

49-S 003

コンピュータ・システムの評価に 関する調査研究報告書〔Ⅰ〕

ーコンピュータ ネットワーク形成の背景ー

昭和 50 年 3 月

JIPDEC

財団法人 日本情報処理開発センター

EC

JIPDEC



この資料は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて昭和49年度に実施した「コンピュータシステムの評価に関する調査研究」の成果をとりまとめたものであります。

序

近年、わが国のコンピュータ利用は、急速に進展し、設置台数において、世界第二位にまで普及するに到りました。この間コンピュータの適用業務も多面的になると共に、その利用形態もオフラインからオンラインへ高度化しておりネットワーク方式を基軸とする情報処理システムも逐次抬頭しつつあります。

すでに、世界各国において、コンピュータ・ネットワークは、実験システム、商用システムが開発され、またわが国においても、先駆的な試みがなされつつあり、今後ますます、その開発・導入のテンポは早まってゆくものと想定されます。

リソース・シェアリングを目的として形成されるコンピュータ・ネットワーク・システムが、社会に導入されるに際しては、技術面もさることながら、利用面、制度面などのいくつかの問題をまず解決することが要請されます。

当財団では、「コンピュータ・システム評価委員会」を設け、コンピュータ・ネットワーク形成における問題点の調査研究を行ない、本報告書は、その成果をとりまとめたものであります。

ここに、調査にご尽力いただきました委員各位、および専門委員に対して、深く感謝の意を表します。

本報告書が各方面に利用され、わが国の情報処理の発展に寄与するよう念願する次第であります。

昭和50年3月

財団法人 日本情報処理開発センター

副会長 齋 藤 有

コンピュータシステム評価委員会名簿（敬称略五十音順）

委員長	北川 敏 男	九州大学名誉教授
副委員長	野口 照 雄	㈱興亜石油取締役社長
"	河合 三 良	前行政管理庁事務次官
委 員	足立 哲 朗	㈱日本興業銀行 計量システム開発室主任部員
"	上野 滋	労働省職業安定局労働市場 センター業務室技術調査官
"	大林 久 人	東京芝浦電気㈱ 電算機プログラム管理部長
"	大原 謙一郎	㈱クラレ副社長補佐
"	岡沢 元 大	㈱関西経済連合会主任研究員
"	金成 洋 治	㈱シスト（日本総合技 術研究所）主任研究員
"	久保 勲	電々公社東京通信局施設課長
"	佐々木 高 夫	㈱富士通ソフトウェア 計画部第三計画課長
"	関 学	㈱興亜石油業務部輸入課長
"	高瀬 保	京都産業大学教授
"	竹折 政 敏	三菱重工業社長室開発部主務
"	寺西 健 二	㈱関西電力情報システム部次長
"	中井 浩	㈱日本科学技術情報 センター資料部主任情報員
"	橋本 昌 幸	㈱日本電気情報処理官庁 システム部技術サービス部長
"	林 秀 行	通産省機械情報産業局電子政策課
"	藤井 純	㈱日本システム技術代表取締役

委 員	藤 崎 重 隆	㈱日本経済新聞社情報業務部
"	馬 越 善 通	㈱日本車輛検査協会監事
"	水 野 武 夫	日本鉄鋼連盟調査部調査役
"	矢 島 昭	㈱電力中央研究所経 済研究所主任研究員
"	柳 井 朗 人	㈱電通タイムシェ アリングサービス局長
"	渡 辺 龍 雄	通産省大臣官房情報管理課 政策情報システム室長
"	山 本 欣 子	㈱日本情報処理開発セン ター開発本部開発課長
専門委員	有 川 英 夫	東京大学工学部航空学科大学院
"	石 田 直 明	㈱鹿島建設重役室建築企画部企画課
"	黒 部 定 一	㈱開発計算センター業務部第二課長
"	佐 藤 栄	システムズ・アナリスト ソサエティ事務局長
"	東 明 佐久良	㈱東京ガスシステムセンター
"	須 賀 一 郎	㈱野村総合研究所社会システム研究部 システム分析プログラム副主任研究員
"	高 橋 信 雄	㈱関西経済連合会調査部
"	高 浜 忠 彦	㈱ユニバック総合研究所研究部
"	中 嶋 淳	㈱日本電気情報処理市場製品計画 本部第2ソフトウェア部技術主任
"	浜 口 友 一	電々公社東京電気通信局 データ通信本部調査員
"	松 岡 温 彦	㈱住友信託銀行国際業務部
"	向 井 保	通産省産業政策局産業構造課

ま え が き

本報告書は3部にわかれ、第1部は情報の利用形態、コンピュータ・ネットワークとの関連および情報システム全般にわたる評価など、大局的見地からの総論を述べ、第2部はコンピュータ・ネットワークに係わるやゝ細部にわたる問題点の検討結果をまとめている。第3部はコンピュータ・ネットワークに関する文献調査（INSPEC及びUSGRAなどの文献データベースを中心にした調査）にもとづいて、コンピュータ・ネットワークの現状および今後の方向についてまとめたものである。

第1部第1章では、情報の利用形態がどのような流れをたどってきたかを述べ、次いで情報利用の創造的活動のあり方について論じる。

第2章では、コンピュータ技術の発展過程を、次いでコンピュータ・ネットワーク技術の現状と今後の動向について述べる。

第3章では、利用からみて既存コンピュータ・ネットワークの評価をおこなないコンピュータ・ネットワーク技術の位置づけをおこなう。さらにシステムとしての情報処理の一環として形成されるコンピュータ・ネットワークを、その形成の方向からとらえて論じる。

第4章では、社会的装置（社会的構造物）としてコンピュータ・ネットワークが可能とする世界をえがき、それが社会におよぼすインパクトおよびネットワークを有効に運用するための社会的規範について論じる。

目 次

まえがき

序 論 コンピュータ・ネットワーク形成の背景 — データ・エコロジー	1
第1章 情報の創造と利用の活動	8
1.1 情報利用形態の変革と技術	8
1.2 情報の創造利用活動とその環境変化	8
第2章 情報処理技術の流れ	11
2.1 コンピュータ技術の流れとそのつまづき	11
2.1.1 コンピュータ技術の発展史	11
2.1.2 コンピュータ技術にたちはだかる壁	12
(1) コンピュータの大型化の限界	13
(2) 大規模な情報システムの限界	13
2.1.3 コンピュータ能力の拡張	13
(1) 既存技術体系にもとづく能力の拡大	13
(2) コンピュータ能力のユーティリティ化	14
2.2 コンピュータ・ネットワーク技術	15
2.2.1 コンピュータ・ネットワークとその構成要素	15
2.2.2 コンピュータ・ネットワークの結合形態	16
(1) 集中型ネットワーク	16
(2) 分散型ネットワーク	17
2.2.3 資源の共有化からみたコンピュータ・ネットワーク	18
(1) ロード・シェアリング	18
(2) ソフトウェア・シェアリング	19
(3) データ・シェアリング	19
2.2.4 交換方式	20
2.2.5 コンピュータ・ネットワークの技術的問題点	21
2.3 コンピュータ・ネットワークの比較	22
2.3.1 コンピュータ・ネットワークの構成上の比較	22
2.3.2 コンピュータ・ネットワークの事例	22
(1) ARPA	22
(2) CYCLADES	24
(3) OCTOPUS	26
(4) TYMNET	28
(5) MERIT	28

(6) TUCC	29
(7) CYBERNET	29
(8) COINS	30
(9) MARK III	30
(10) DCS	30
(11) NPL	30
(12) VIPERIDAE計画	30
(13) PCIのコンピュータ・ネットワーク計画	31
(14) JIPNET	32
第3章 情報システムとしてのコンピュータ・ネットワーク	35
3.1 利用からみたコンピュータ・ネットワーク	35
3.1.1 コンピュータ・ネットワークの利用形態	36
3.1.2 情報ネットワーク	39
(1) 図書館におけるネットワーク	41
(2) 航空業務におけるネットワーク	43
(3) 医療におけるネットワーク	45
(4) 教育におけるネットワーク	46
(5) 株式取引におけるネットワーク	47
(6) 時事通信におけるネットワーク	47
3.1.3 現存するコンピュータ・ネットワークの問題点	48
(1) 高レベル・プロトコルの不備 (ARPANET)	48
(2) 端末機の多種化による結合の困難 (TYMNET)	49
(3) 負荷の増大 (MERIT)	49
(4) 信頼性の欠如 (COINS)	50
3.2 ネットワーク形成の方向	51
3.2.1 コンピュータ・ネットワーク形成の考え方	51
3.2.2 サブネットの構築	52
3.2.3 リソース・シェアリングとサブネット	53
3.3 ネットワーク形成の展開	54
3.3.1 業界サブネットの構成	54
(1) IMPの機能	55
(2) TIPの機能	56
(3) Central Computerとしての機能	56
3.3.2 鉄鋼業におけるサブネット構想	58
(1) サブネットの全体構成	58

(2) 業界情報拠点の計算機を行う機能	59
(3) コンピュータ・ネットワークの長所	59
(4) サブネット構成上の問題点	59
3.3.3 繊維業におけるサブネット構想	59
(1) サブネット構成上の留意点	60
(2) サブネットの機能	60
3.3.4 IMPの持つべき機能	60
(1) 通信制御インタフェース	61
(2) コード・インタフェース	61
(3) メッセージ・インタフェース	62
(4) 蓄 積 機 能	62
(5) 交 換 機 能	62
(6) トラヒック管理	62
(7) トラヒックの集束・分散	62
(8) 代 行 受 信	62
(9) 記 録	62
(10) 障 害 管 理	62
(11) 開始終了・処理	62
(12) セントラルIMP又は隣接IMPとの情報の授受	63
(13) アカウンティング	63
(14) データの秘密保護	63
第4章 社会に組み込まれるべきユーティリティとしてのコンピュータ・ネットワーク	64
4.1 パブリック・ユーティリティ機能としてのコンピュータ・ネットワーク	64
4.2 コンピュータ・ネットワークによる社会における組織化と再編成	65
4.3 コンピュータ・ネットワーク成立のための諸要因と問題点	67
あ と が き	69

序 論

コンピュータ・ネットワーク形成の背景

— データ・エコロジー —

コンピュータ評価委員会の、検討すべき課題は、個々のコンピュータそのものではなくて、なんらかの形態において連結して稼動するところのコンピュータ(複)、すなわち広義のコンピュータ・ネットワーク・システムである。このとき、そこを流通し、かつその処理目標となるところの情報の生態(information ecology)は、ネットワークの形成・維持ならびに評価にとって、避けて通るところのできない問題となる。

ここに、大まかに情報の生態といったのは、他の2つの表現によって、その意味を理解しえられるかと思う。

第1の表現は、情報活動の生態ともいべきものであり、第2の表現はデータ・エコロジーともいべきものである。情報の生態というのは、より基本的には、情報活動の生態という見方から、誘導されるものであり、生態という見方からすれば、「はじめに情報をうみ出すところの、もろもろの活動がありき」という方が、わかりやすいであろう。

他方、コンピュータ利用の情報の受入、貯蔵、流通、利用の形態においては、処理方式としてのプログラムに対して、処理対象となるものとして、所与のものという意味ではデータという概念が、わかりやすいから、これと生態(ecology)という概念を直結して、データ・エコロジー(data ecology)という用語も、うまれてくる。つまり、データ・エコロジーという、見慣れない用語には

情報活動生態 (A1)

情報生態 (A2)

データ・エコロジー (A3)

という概念系譜がある。この系譜からみて、コンピュータ・ネットワーク評価に関して、そこに流通し、処理の対象となる情報を、問題にするときデータ・エコロジーという概念が、コンピュータ技術に直結・即応しているという意味においては、簡潔であり目的をのべている。この意味では解りやすいし、評価の基準を設定するのに、焦点がはつきりしてくるであろう。従って、現在、データ・エコロジーという用語は、それ程広く利用されているとはいえないが、将来は不可欠の基本概念として市民権を獲得することになるであろう。

本委員会においても、データ・エコロジーという概念の導入・定着・発展のために、充分の検討を加えなければならないと思われる。このためには、上述のような概念系譜をバックにおいて、(A1)及び(A2)に立入り、(A3)までの脈絡を、緊密に辿っておかなければならないと考える。

コンピュータ・ネットワーク・システムの目標は、情報システムの形成にある。この見方からすればコンピュータ・ネットワーク評価において、

情報処理の諸様相への評価 (B)

情報システムとしての評価 (C)

は当然検討を加えなければならない課題である。計算機科学、情報工学、システム科学等の射程において、こうした課題への接近が、当然試みられよう。本委員会においても、そのような接近を援用して、充分の検討が展開されなければならない。しかし、本委員会においては、そのほかに、そのバックにおいて、前述の意味での、データ・エコロジーの問題があることを、明確にし、そこを、むしろ検討の出発点にして、漸次に、(B)、(C)へと考察を進めてゆくべきであろうと思われる。

以下においては、

(1°) まず、コンピュータ・ネットワーク・システムにおいて取扱われるべき情報処理を広域大量情報の高次処理と規定する。

(2°) ついで、情報処理プロセスを通じて観察し、コンピュータ・ネットワーク・システムにおける情報処理の背景には、情報組織化が行われるべきことを指摘する。

(3°) さらに、(1°)、(2°)が architecture として、理解されるのに対して ecological な視点がこれと相補関係にあることを強調する。

広域・大量情報の高次処理

コンピュータ・ネットワークの要請は、技術的に、コンピュータ・テクノロジーの立場からも起ってくる。(i)重複投資の回避、(ii)負荷の分散、(iii)信頼性の向上、(iv)システムの成長容易というような基本的な要請にこたえるものとして、コンピュータ・ネットワーク・システム評価が、論ぜられなければならないのはいうまでもない。

しかし、ここでは、情報処理システムというその機能にむしろ関連して、いかなる性能がそれに期待されるかという、観点からみていこう。コンピュータ・ネットワークという社会装置が取扱うところの情報処理の対象となる情報、コンピュータの用語ではデータは、およそ次の性格をもつものといえよう。

- (i) 広域にわたること
- (ii) 大量であること
- (iii) 高次処理をめざすこと

(i)の意味は、情報発生源、情報蓄積地点が地理的、空間的に広い範囲、領域にわたることだけを意味するものではない。ここにいう領域は、もっと広義に解釈すべきである。地理的・空間的の意味だけに限定しないのである。領域という概念のもとに、所管範囲、専門学問、高学分野等々の意味をふくめて見るべきである。

つまり、相異なる官庁は、相異なる行政的所管領域をもつのであるが、それぞれの所管領域において発生したところの情報を、同一のネットワークにのせて流通させ、利用しようということを、広域にわたるというのである。相異なる学問専門分野では、学術情報の発生、生成の過程において、観測、実験推論の対象及び方法を異にするのであるが、しかし、学術情報ネットワーク・システムとしては、これらの結合・相互利用をめざすという意味で、相異なる領域にわたるから、広域にわたるというのである。

経営情報システムの場合においても、事情は基本的には、同一である。

その上で、特殊の要請が加わるという見方ができよう。

(ii)の意味は、その帰結する蓄積・貯蔵の形態にまで立入って立入るとき、明快となるであろう。端的に言えば、データ・ベースの形成と、データ・バンクとしての利用というのがネットワーク形態に伴うのである。従って、(i)データ・ベースの形成が、いかにしてなされるか、どのように進んだ状況にあるのか、(ii)データ・バンクの導入・定着・発展が、コンピュータ・ネットワークの形成・利用と、どういう風にマッチしながら、進められるべきか、また(iii)あるコンピュータ・ネットワーク利用の状況において、それらがいかなる段階にあるか、という三問題は、コンピュータ・ネットワーク評価においては、避けて通ることのできない問題である。

(iii)の意味は、情報処理を機能の面から見て、高次元であるということである。情報処理の機能、略して情報機能というのは、次の三つの何れか1つ又は2つ以上にわたるものである。

α) 認知 (Cognition) 物事、事態を知ること (knowing) という立場で、情報処理、情報利用が行われることである。

それを、論理機能から言えば、演繹 (deduction)、帰納 (induction)、発想 (abduction) にわたっている。コンピュータ利用の現段階においては、

(i) モデル利用の解析

(ii) パターン認識 (円形、音声、文字)

(iii) 言語解析

などは、情報処理の高度化の方向である。

β) 指令 (direction) これは、情報処理が、管理とか制御——英語でいえば共に control——に直結した姿において、行われる場面をいう。指令とは、情報処理を行い、それに基いて、指示し、ある行動を令行させるという意味である。このような場面に、コンピュータ利用は、工場の集中管理方式における場面をみれば、明らかである。それは、通信・計算・制御即ち Communication, Computation, Control という3 C技術にわたっているが、帰着するところは、指令という場面である。社会装置としてのコンピュータ・ネットワークにおいては、指令 (指示・令行) の場面は、工場管理のように、明瞭な方式とは直ちに、なりえないであろう。しかしながら、経済運営、経済計画、行政運営、行政管理の場面におけるコンピュータ・ネットワーク利用の情報処理の機能は、前述のα) 認知——ここでは事実解明 (fact finding) というのがふさわしいであろうが——の見地とか、後述のα) 評価 (evaluates) 又はassessmentの立場とかに、当然ふれているのは、いうまでもないが、そのうえ、なおβ) 指令という面を、見逃すことはできないのである。

例えば、現在官庁におけるコンピュータ利用は、この指令という観点に立つものがある。そのことは、気象庁の天気予報、国鉄の列車運用などの卑近な例にすでに見られるし、環境制御においても然りである。コンピュータ・ネットワークの形成・利用が、迅速・適切な指令行動に直結することは、社会的要請であって、β) の要請を切実にうけとめて、その見地からも、コンピュータ・ネットワーク・システムの評価を行うことは、当然のことといわなければならない。指令は行うこと (doing)

に関連している。

α) 評価 (evaluation, assessment) 情報処理が何のために行われ、どういう風に利用されるか、機能という面から、認知 知ること、指令 行うことに関連して、指摘したのであるが、なお、このほかに、当面する事態の現況を、われわれのこれに対処しているやり方への反省、省察として、何らかの基準空間に照して、位置づけて見るというのに利用される。それは、客観的に事態を知るといふのとは、主観的な基準空間に投影して観るといふ点において、異なるから、認知とは、区別される。さればとって、その結果が、直ちに接続すべき行為体系をもたない。その点において、指令とはことなる。さらに、基準空間といったのは、効率、信頼性、柔軟性というもろもろの視点が、ここに存在することを意味するのである。

国家統計とくに行政関係の統計は、政策効果の評価という関連において、それらが利用されることが、現在、すでに常識となっているのであるが、環境、資源、経済、技術、教育等々において、assessment という立場から、現状の把握、将来の予測が切実に要請されているのが、現状である。α)、β) とともに、α) のための方法論の樹立が、要求されるし、そこにおけるコンピュータ・ネットワークの利用が、直接に考察されなければならない段階にきている。

情報組織化

コンピュータ・ネットワークを通じて果すべき情報処理機能への要請について、前節で述べてきた。さてこの様な情報処理機能が発揮できるためには、もろもろの側面において、組織化が要請されることになる。すなわち

(1°) 情報資料の組織化

(2°) 情報流通の組織化

(3°) 情報利用の組織化

がそれである。その意義を解説するのには、情報処理プロセスを分析するのが早道であろう。周知のようにそれは、次の4つの側面から構成される。

(I) 情報入力 (情報源からの入力)

I-1 観測・調査 (field)

I-2 実験 (laboratory)

I-3 推論 (study)

(II) 情報変換 (1) (前処理ともいわれる)

II-1 受入 (acquisition)

II-2 圧縮 (reduction)

II-3 評価 (evaluation)

(III) 2. 情報交換 (2) 構造認識

II-2-1 視聴覚的パターン

II-2-2 言語的構造

II-2-3 数学モデル構造

Ⅲ) 情報貯蔵・検索

Ⅲ-1 ファイル形成・更新

Ⅲ-2 データ・ベース形成・更新

Ⅲ-3 情報検索

(Ⅳ)₁ 情報出力 (1) (情報利用)

N-1-1 実時間方式

N-1-2 対話方式

N-1-3 資源共有方式

(Ⅳ)₂ 情報出力 (2) (情報流通)

N-2-1 独立情報システム

N-2-2 情報ネットワーク・システム

ここで(I)、(Ⅲ)₁、(Ⅳ)₂、(Ⅳ)までは(1°)に関することである。(Ⅳ)₁、(Ⅳ)₂が(2°)及び(3°)に関することである。なお(Ⅳ)₁の内容N-1-1~3は論理的な分類ではない。たゞ当面主なトピックスをあげただけである。

さて、コンピュータ・ネットワークを通じての、(1°)、(2°)、(3°)の組織化において、焦点になることは何であろうか。

(1°)についていえば、

- a) プライベート・ファイルの形成
- b) データ・ベースの構成
- c) データ・バンクの設置

という問題になるであろう。

(2°)についていえば、情報検索・情報流通・情報利用が、コンピュータ・ネットワークを通じてどういう形態で行われるということであるが、中心の課題は、データ通信の形態をどういう風に設定するかということにかかわってくる。

(3°)についていえば、情報利用者、情報利用機関、情報提供者、情報提供機関にわたる組織化、体制化の問題である。

これら(1°)、(2°)、(3°)の全体を通じて共通にみられることは、

- A. 情報処理装置としてのコンピュータ、その末端装置ならびに通信装置の利用による機械化ないし自動化の導入
- B. 情報処理機関の体制づくり

A及びBが、或る規模以上になるときは、個々のhardware, softwareの観点から離れて、社会装置として、把握されるべきものとなる。それは、

(i) hardwareとしては、もろもろのコンピュータ、その周辺装置ならびに、これを連結する通信装置をもち、かつ相当量の記憶装置のなかにデータ・ベースを貯えているものである。

(ii) software としては、規格化された共通のプログラム言語体系をもち、上記の分散的に分布された hardware の利用を可能ならしめるものである。

(iii) brainware としては、高度の情報処理機能を可能ならしめるよう、設計されるべきものである。

A 及び B よりみても、また (i)、(ii)、(iii) からみても、コンピュータ・ネットワーク・システムは、工学的装置であり、社会的建築である。

従って、情報システムとしてのコンピュータ・ネットワーク・システムは、電力供給システム、物資流通システムと対比されるべき巨大な社会システムを形成することになるであろう。さらに、物資・エネルギーの生産、流通、利用において、情報の果す役割を摘出してみれば、システムの核心は、情報処理機能にあるといえよう。現在、計画されつつあるもろもろの社会システム、例えば、医療、教育、金融、交通、環境制御等についても同様の事情にあるといえよう。

コンピュータ・ネットワーク・システムの評価問題はその意味では、これらに共通する情報処理機能の側面を、抽象的にとり出して論ずるものであるといえよう。従って実際にあたっては、それぞれの用途使命における特殊性をも、具体的に配慮することが要求されるであろう。他面、いつでもつきまとう課題は共有化、規格化ということであろう。

architecture と ecology

自然及び社会の活動を、物質・エネルギー・情報の生産・流通・利用・蓄積・廃棄の面からみてゆくことができる。コンピュータ・ネットワーク・システムを、こうした自然及び社会の活動のなかに張りめぐされ、それを通じて、通信・制御・計算の行われるところの社会的装置群としてとらえるとき、ここに一對の基本概念をもち出さざるを得ない。それは architecture と ecology ということである。

コンピュータ・ネットワークは、人工的な社会装置であり、それは合目的的に、設計され運営されるべきものである。それは人工的構築物である、architecture である。

ところでこの architecture の設計運営にあたって、配慮されるべき目標となるのは、自然及び社会から発生し、生成されるところの情報資料である。この情報資料は、自然及び社会の、物質・エネルギー・情報の三面にわたる、もろもろの活動を、情報空間へ射影してみたところの、情報活動の結果として、結実したものである。コンピュータ・ネットワーク・システムが、直接対象としているのは、データであるが、それはその背後に、情報資料、情報活動があつてのことである。さらに、この情報活動も、自然及び社会のありとあらゆる活動のなかから、とり出されたものである。以上述べたことは、いわば自明のことなのであるが、ここに強調しなければならぬことは、これらの自然及び社会のもろもろの活動には、

(i) 全体を規制する単一の主体がない。無数の主体が併存している。

(ii) 従って、単一の価値体系はない、各主体は、独自の価値体系、評価基準をもちうるものであつて、それらは相互に矛盾しうるものであり、従って、斗争・対立・競争の様相を呈しうるものである。

(iii) ここでは個々の主体は、必ずしも永遠の存在を保証されているものではない。死滅の運命をも

担わなければならない。こゝでは新なる文体の生誕もありうる。かくして、生誕・成長・衰退・死滅の運命は、おそらくすべて免れられない。

(Ⅳ) こゝでは個々の主体において、学習の過程がありうるし、これらの集合体としての全体には進化の過程がありうる。

以上の4点からみると、データというものの母胎となる世界は、すぐれてecologicalなものであることが、指摘されるのである。この観点を見失うとき、死物の如きデータの集積を、運搬するだけの、輸送機関の如きイメージを、コンピュータ・ネットワーク・システムに対してもつようになる。これは、根本的に誤ったものである。われわれは、固定化されたデータの倉庫、定式化されたデータ収集方式というイメージにとらわれてはならない。われわれは、広域・大量にわたる情報資料のうみ出されてくる自然及び社会のもつ、(i)、(ii)、(iii)、(iv)の基本的性格をふまえておくところのecologyを強調しなければならない。

かくして、architectureとecologyという二つの視点は、相補的なものであり、コンピュータ・ネットワーク・システムの設計及び運営にあたって、不可欠の視座を構成する基本要素となる、といえよう。

そこには、生物学的なアナロジーが、当然意識されてくる。architectureとしてのコンピュータ・ネットワーク・システムは、このようなアナロジーでは、神経系統にもたとえられよう。そのアナロジーでいうと、統合的(integrated)、かつ知能的(intelligent)なる情報システムの設営ということが、そのarchitectureの目標となる。さらに、生物社会のたとえでいうと、このようなもろもろの社会装置としてのarchitectureがわれわれの社会なのであり、それらがひきおこすところの情報現象、それらのうみ出す情報資料、コンピュータへの入力としてのデータが、ecologyの構成分ともなってくるのである。

第1章 情報の創造と利用の活動

1.1 情報利用形態の変革と技術

コンピュータ・システムの評価という問題を考えるに当り、私達は基本的に2つの視点から問題を捉えねばならぬであろう。その1つは、コンピュータ技術の発展である。特に最近の、通信技術の発展を背景としてTSSからネットワークへ進む技術の流れである。もう1つは、コンピュータによって扱われる情報を創り出し、利用し、相互に伝達しあう人間側の、情報活動形態の移り行きである。

本来、この両者は相互に独立なものではあり得ない。コンピュータ技術、通信技術の発展は、人間の情報の創造・利用・交信の様相を大きく変えて来たし、また人間が情報活動の中でかくあれかしと願って来たものが、技術発展の源動力であったからである。需要というものは、情報の場面とかぎらず一般に、非常に高度なものが欲求として時には夢として、多くの人々の心の中に、言いかえれば社会の構成員の中に、常に潜在的に存在しているものである。欲求のレベルに比べて技術が未熟な段階においては、開発すべき技術が選ばれ、技術がその欲求を充し得るようになったとき需要が顕在化して明確な形をもって現われ、それが現実と利用可能となるにおよんで不連続に、時には爆発的にその利用が起るものである。IBM360シリーズ以後のコンピュータの普及の様相は、このパターンの中に捉えることができよう。

需要が先行し技術がそれを充たすパターンの中では、利用側は常に不便を噛みしめていなければならぬとしても、利用側で制御不能な病的な発展が起ることはない。しかし、技術はそれ自身、それに適した環境を与えられるとき、みづからの技術的興味による自己増殖的発展の可能性を持っている。技術は合目的な人間行動の一つの形態となるべきであるが、目的を見誤るとき、人間みづからにいかにか深い傷を与えるかは、過去のいくつかの例の中に、また現在私達のかまえているいくつかの問題の中にみることができる。

コンピュータ技術の今までの発展の流れは、第2章にみる通り、また利用側の必要をいかに充たすかが問題であり、それを越えての病的な発展はまだみられない。しかしネットワークの段階に入ると単なる1つのコンピュータで論じる段階でなく、何らかの形の資源を共有するコミュニティのレベルでの問題となる。ネットワークは本来コミュニティの中に組み込まれることによって機能するものであり、或る段階からはコミュニティそのものの成立の要因とすらなるものである。そのような可能性をもつものであるだけに、コンピュータ技術の発展は、利用形態との調和を失ってはならない。その意味で私達は、まだ情報利用形態の移り行きを観察する必要があるのである。

1.2 情報の創造利用活動とその環境の変化

情報を創造し利用する活動における、処理装置への最初の素朴な要求は、「より多くのデータを、より正しく、より早く」というものであった。この中の「より正しく」を充すための1つの分枝はアルゴリズムの問題、すなわち微分方程式の解を求めることから始まった、計算機械としての能力であ

る。その方向において利用側が先ず行なった努力は、個々の計算のためのプログラム造りであった。この営々たる努力の集積は次第に或るものはハードウェアの中に、或るものはソフトウェアとしてユーティリティ化され、利用側に共有されて来た。今までのコンピュータ利用の流れにおいて、利用側の得たknow-howがコンピュータ技術の中に息吹いてハード・ソフトの性能向上となり、利用側に還元されて来たのである。これが、コンピュータ利用のコミュニティの中での、ハードウェア、ソフトウェアの共有思想を育てて来たのである。コンピュータ・ネットワークの最初の形態が、科学計算におけるハードウェア、ソフトウェアの共用であり、それによって形成されるコミュニティにおけるロード・レアリングであったことはここに理由がある。

「より正しく」に到達するもう一つの分枝は、OR、サイバネティクスから始まる、データによる実証、帰納、そして意志決定という一連の流れの中で現われて来た豊富なデータの必要性である。データを集め、ファイルを構成し、維持し、必要に応じてとり出すという仕事は、コンピュータの生まれる前から、特に実証的な分野において必要とされ、図書館やアカデミーのような公共の性格の機関において、また信用情報やダイレクトリ、バイオグラフィのような形で商業的に行われて来た。これはコンピュータ技術の中では、先ず情報の蓄積と検索という形で、次第にデータ・ベースとその管理技術として発達して来た。これが、ハード・ソフトの共用思想の延長線の上でデータの共用という形態をとった。そしてファイルとソフトウェアの分離、一つのファイルのいくつかの業務における利用その逆の一つの業務におけるいくつかのファイルの共用、という形でデータベースの概念が発生した。

ハードウェア、ソフトウェアの共用は、同じ研究、同種の業務を行なう者の間での問題であり、その意味では同好会的、クラブ的なコミュニティである。それに対しデータの共用が形成するコミュニティは、データの種類にもよるがはるかに大きい広がりを持つものである。特にそのデータの収集、ファイル構成・維持のコストが大きい場合、より多くの利用者によって共用する方が、個々の利用者において有利である。このため共用範囲は自律的に広がろうとする傾向を持つものである。特にデータ共用のネットワークが商業ベースであるとき、共用範囲の拡大は営業政策の問題であり、最初の素朴な共同体意識による共用思想とは全く異なるものが支配することとなる。

米国においても初期のネットワーク、特にARPANETはその代表的なものであるが、参加機関の間の主としてハードウェア・ソフトウェアの共用であり、商業的色彩は殆どない。日本においても企業内、或いは大学内のインハウス・ネットワークから出現し、次第に大学間等のローカル・ネットワークが形成されつつあるが、まだ科学計算において大型コンピュータをTSS的に共用しようとする域を出していない。その意味でネットワークのもたらすものの姿が、まだ鮮明なイメージとして浮び上がっていない感がある。

コンピュータ・ネットワークは、最初の中は何らかの形でコミュニティの中に組み込まれて機能し次第にそのコミュニティがそのネットワークの上に成立するようになる。このことは現在、私達の住む社会において電話網、鉄道網、道路網、郵便網等の果している役割からみて、当然の成行きであろう。その中を次第に商業主義が支配して行くであろうことを考えあわせると、情報の創造と利用の活動は、今までのコンピュータ利用のコミュニティとは、相当異質な環境の中に置かれるであろうこと

が予想される。

その1つの現われを例示しよう。これはコンピュータ利用とは直接関係ないような事例であるが、米国においてWilliams & Wilkinson Co.という出版社が国立医学図書館(NLM)を相手どって訴訟を起した。それはNLMが同社の出版する雑誌の論文の複写を行なったことに対する著作権侵害と損害賠償に関するものである。従来、学術的研究のための私的使用のために1部限りのコピー作成は、慣習的に黙認されて来たし、日本の国内法においては図書館等において法的に認められている。それに対し、学術的使用であっても自由にコピーができることを一種の環境破壊として出版側の権利主張が行われ始めたのである。更に米国政府機関であるNational Technical Information Serviceは、その出版物のコピーを作成した場合、その理由の如何によらずロイヤリティを請求する決定をした。これは「学術資料」という資源の共用環境に、全く新しい事態が出現したことを意味する。そしてこれは、情報資源の共用、情報の流通問題の中に、新しい動きの起りつつあることを暗示するものである。

これはほんの一つの例にすぎない。技術の歴史は、或る目的のために開発された場面が、予想もされなかった影響を、予想もされなかった所に及ぼし、社会を、そして自然を蝕んだ多くの事例を教えている。今あげた例は、コンピュータにかぎらず、情報産業、知識産業というものが社会に定着しようとする初期において、情報流通の中間媒体の、情報産業の中での経済的権利主張という形で、従来の情報流通環境の変化をつけたのである。これは情報の容易と複製可能という性質と複製技術の進歩がもたらしたものである。そして、この権利主張は、今の所情報の創造活動とも、利用活動にも益する所は殆どないのである。

技術は、その対象とする自然を変える力をもつと同時に、それを手にしたことによって人間をも変えるものである。しかし、今まで、技術によって人間みづからが如何に変ったか、変らなければならなかったかについては、あまり深く追求されていない。コンピュータ技術は、人間の思考能力の一部の疎外形態である。それがネットワークを通して社会に何らかの形で組み込まれようとしている。複写機械のようなものすら、情報の創造・利用・伝達の活動の環境を変える力をもっているのであるから、私達は、この新しい事業が、私達にとって何をもたらすのか、更には、それに対し、私達は如何にあらねばならぬかを考えなければならない。

第2章 情報処理技術の流れ

2.1 コンピュータ技術の流れとそのつまづき

コンピュータが社会の近代化の担い手として登場してから久しい。この間、計算の自動化、高速化の道具から、情報の処理機械へと進歩し、情報システム形成へと大きな貢献をした。しかしながら個々の利用の実態ではコンピュータへの期待は必ずしも実現されていない。特に大規模なシステムを構成した場合しばしばコンピュータの能力に限界を感じさせられる。これはコンピュータが極めて複雑な機械で、機能が簡単に把握できないこと、またコンピュータの発達過程で何か大きな問題が未解決のまま残されており最近機械システムとしてのバランスがとれなくなってきたこと、さらには情報システムとなった場合、コンピュータ以外の構成要素となじみ難くかったことなどいくつかの要因が考えられる。このため現在情報システムをとりまいている問題に対して従来の様にデータ量あるいは処理量等を基にコンピュータを大形化してこれに対処することは必ずしも正しい方法ではないといえる。なぜならば、現在のコンピュータに見られるアーキテクチャーでの大形化ではその限界があらわれつつあり、このためより弾力的にコンピュータ・パワーを利用する必要がある。この方法の1つにARPAを初めとするコンピュータ・ネットワークがある。現在米国はもとよりフランスのシクラー、カナダのCANUNET、EEC諸国のCOST 11、イギリスのNational Network、スウェーデンのSAMCOM、日本では京大坂井研でのKUIPNET、情報処理開発センターのJIPNET等が実験中である。

単独のコンピュータを多数で同時に共用するというタイムシェアリングの目的を一步進めて、独立多数のコンピュータを多人数が同時に共用しようというのが、コンピュータ・ネットワークである。タイムシェアリングに次いでコンピュータ・ネットワークが登場したのは、リソースの共用をさらに進めたという意味では、コンピュータ技術の流れのしからしむるところであろう。

この第2章では、このようなコンピュータ技術の流れを概観し、現在我々がどのような問題をかかえているか、またそのような問題を解決するには、いかなる方法が考えられるかについて述べ、次いでコンピュータ・ネットワークがその中に如何に位置づけられるかを論じる。

2.1.1 コンピュータ技術の発展史

19世紀の中頃、現代のコンピュータの基本原則をすべて備えていたといわれるバベージの自動計算機械が現れてコンピュータの歴史が始まった。このバベージのマシンが動かなかった要因である技術力の未熟さは、その後100年たってハーバードのMARK Iができてからも、何年か続いている。その後トランジスタが発明され、またコア・メモリが使用されるようになって、ようやく商用コンピュータが普及し始めた。この間のコンピュータの開発は、使用部品の進歩、コンピュータの信頼性、およびその経済性などがたがいに追いかけ合う形で進められ、いわゆる世代による進展が見られる。

第1世代では使用部品による能力の進歩が特徴であるといえる。だが実際にでき上ったものの機

能、信頼性、あるいは経済性は決して満足できるものではなかった。

その後、エレクトロニクスの進歩を背景としたトランジスタとコア・メモリの開発によって経済的に商用コンピュータの実現が可能になった。これが第2世代である。またこの世代では入出力装置の強化とプログラム言語の開発にも重点がおかれ、コンピュータ・システムとしての形を整えてきた。多くのコンピュータ技術の開発が進められ始めたこの世代においては、コンピュータへの期待は、もはやその開発に直接たづさわるものに留まらず、まわりの人々に急速に拡がった。

20年近い開発の成果を一挙にもり込んで第3世代の代表的コンピュータであるIBM-360が登場して、コンピュータはさらに広い分野に、また社会システムの枢要部へ浸透し始めた。この世代になって初めてコンピュータの機能に対する不満の声が出ている。その第1は、汎用商用システムに対するもので、主としてオペレーティング・システムの機能に対してである。何レベルかのシステム構成に対して、同じ制御プログラムで能率のよいマルチプログラム機能を期待させたOS-360はその約束を果すのに5年以上もかかっている。

第2はタイムシェアリング・システム(TSS)に関するもので、同時に多数の人が遠い所から大型コンピュータの能力を享受できると期待されて登場したが、初期のTSSの多くは、専門家の“おもちゃ”という批判がでる程であった。このためTSSの機能の取りあつかいをめぐって論議を呼ぶことになった。

以上のように第3世代に到るまでのコンピュータ技術の発達の歴史は、一言でいえば、商用化への歴史であったといえよう。ハードウェア技術では高速ドラムプリンター、リードオンリーメモリ、フレイトコアメモリー、トランジスタ・コンピュータまたソフトウェア技術ではプログラム内蔵方式、サブルーチン、マイクロプログラミング、コンパイラ、マルチプログラミング、オペレーティング・システムさらにはファミリー・シリーズなど、コンピュータ技術史上特筆すべき技術はすべてコンピュータの商用化のために開発された技術であったといえよう。これらの技術が小さな遅れの範囲内でたえまなくかつハードウェア技術およびソフトウェア技術が互いにバランスのとれた形で開発されてきた。そして、これらの成果が第3世代のコンピュータとして開花したのである。しかしながら、皮肉なことには、開花の結果、商品としてのコンピュータが爆発的に普及し始めたとともに個々のコンピュータ技術を離れた、いわばコンピュータ・システムそのものに対する不満が表面化したといえよう。

第3世代のコンピュータが定着した。その後、LSI等多くの技術開発があっても、従来のように5、6年で次の世代のコンピュータを期待することはできないことがはっきりし、第4世代の聲は、3.5世代となり、さらに時期の見通しが得られない間にフューチャー・システム(Future System)という表現へと変った。

2.1.2 コンピュータ技術に立ちはだかる壁

コンピュータ技術の驚くべき発達は、これまでその限界を先へ先へと押し流してきたが、コンピュータの普及の結果、技術のおよび難い要素が多くなるにしたがって、その能力の限界を考えさせられるような場面がでている。しかし、このようなコンピュータの能力の限界も、能力の評価が極

めて難しいため、現在のところはあいまいな形でしか把握することができない。ここで、現在限界が感じられる問題を考えて見ると主に次の2つになろう。

(1) コンピュータの大型化の限界

大型コンピュータの開発は、どの世代を通じても重要なテーマであった。今後とも物理的な大きさの限界は、部品の微小化で当分考えられないが、複雑化に対しては設計上の問題とそのオペレーティング・システムの開発の難しさがある。ソフトウェアの開発には有効な機械的製作の手段がなく、最後は人の労力に頼らざるを得ないため、特に大規模システムで多人数で製作されるソフトウェアの品質には限界がある。

(2) 大規模な情報システムの限界

コンピュータを使った大規模の情報システムは数多く完成されて、現代社会で大きな役割りを果している。しかし、その反面いくつかのシステムがその開発の過程で破綻をきたし、また完成しても使用する人々の期待を裏切っている。これの中の一部は大型コンピュータ自体の未熟なことに原因を求めることができるが、より基本的なものとしてシステムそれ自体の問題がある。しかしながら、このような未知の要素を含む大規模なシステムの開発が依然としてコンピュータに期待される以上、その責任の一端はコンピュータに負わされるのは止むを得ないであろう。

2.1.3 コンピュータの能力の拡張

(1) 既存技術体系に基づく能力の拡大

コンピュータが技術革新の波に乗り、自らも革新の担い手として驚異的進歩を遂げてきた。この進歩の行く手にあらわれたいくつかの面での限界は、既に技術の及ばない面で現れているが、やはり技術の進歩はコンピュータ・システムの限界打破の武器の1つとなろう。ここではそのいくつかの有力なアプローチを挙げる。

① メモリの進歩

処理能力の向上、プログラミングの容易性に対してメモリの進歩は今後とも大きな鍵を握るものといえる。高速メモリとしてはICメモリによりコスト・パフォーマンスの飛躍的な向上が期待できる。この結果、直接アクセスのできる高速大容量記憶装置により、単一レベル・メモリのもたらす能力は更に増強されよう。一方、超大容量の補助メモリの実用化により、メモリの階層レベルが少なくなりコンピュータの構造の複雑なことによる問題の多くは解決されることが期待される。

② コンピュータの可変構造化

コンピュータの進歩の特徴である世代による改善では、演算制御部、入出力、ソフトウェアの何れかがシステムとしての進歩の足をひっぱっていたといえる。特に開発に多大の労力を必要とする大型コンピュータではこの傾向が大きい。このため、モジュール化の考え方は常に設計の基本とされてきたが、これまでは個々のコンピュータの内部でのモジュール化に留まっていた。最近のLSIによるマイクロ・プロセッサは、このモジュール化をさらに強力に押しすすめる可能性を示すものである。少ない種類の基本プロセッサを組み合わせることにより、要求

される処理能力に対応すると同時に、用途に対してもダイナミックに構造を変化できることになろう。

コンピュータの能力の拡張は、このようなコンピュータ技術の最終的ともいえる進歩と整備によって、コンピュータの期待される能力とその実態との間に大きなギャップを作らず、また機能単位でのビルディング・ブロック構造により、構成を複雑化せずに達成できるようになる。したがってシステムが行きづまった場合に、これまでより早期に対策がとれるようになりシステムの開発を容易にすることができる。

コンピュータの成長にこのような見通しが得られた場合、残された最大の問題はシステムにおける人間とのつながりである。

(2) コンピュータ能力のユーティリティ化

コンピュータ・システムを成功させるための最後の鍵は人との融和、さらには社会への自然な浸透である。近代の多くの機械は同じような点で人間社会と葛藤を起し、個々に解決して今日の機械文明を築いてきた。コンピュータの場合は、人の知的活動との接触が多だけにそれだけの葛藤は大きい。この葛藤を切り開くことが限界の打破への具体的な努力の方向といえる。

この努力は、人間社会の縦横への浸透と、時間的なつながりの確保という形で行なわれなければならない。時間的なつながりとは、コンピュータ・システムおよびその利用システムが連続的かつスムーズな発展をとげるようにすることである。また、人間社会の縦の方向への拡がりとはコンピュータ・システムが個々の人に平等に利用できるような普及を、横への拡がりとは地域的な拡がりを意味する。

コンピュータ技術の進歩は世代というステップを踏んできた。その間、技術的問題を続々と解決しながらも、常に利用する側にある種の不安を与えてきた。しかしながらこのような何世代かの間に作られたコンピュータ・システムに対する不安は今や無視できないものになっており、成長したコンピュータは、当分の間、この不安との共存を余儀なくされるであろう。

コンピュータは、利用分野の面では広く普及しているが、個人個人にとって身近かな存在として拡ってはいない。大規模なシステムでの行きづまりは、直接システムを運営する人のレベルよりは最終的にそのシステムに属する人々との融和のそう失が原因である。この解決方法の重要なものとしてコンピュータの能力のユーティリティ化がある。誰もが平等に何処ででも、何時でもコンピュータを容易に使えらる状態になれば、コンピュータ・システムの認識が普遍化し、人間生活への自然な受入れができる。

オンライン・コンピュータ・システムが発達し、データ処理能力が急速に拡大されたTSSにおいても遠隔地からの利用が1つの要件である。これまでのこのような横への拡がりとは、処理に対する直接のニーズに従ったものが多いが、さらにシステムの普遍性、信頼性の向上を目標にした地域的な拡がりを積極的に行なうことにより、上記のユーティリティ化もさらに進み、人間社会への浸透もさらに深く広いものとなろう。

2.2 コンピュータ・ネットワーク技術

コンピュータ能力のユーティリティ化が、現在コンピュータ・システムが直面している問題の解決にとって極めて重要な方法であることは先に述べたとおりである。このための技術の1つとしてコンピュータ・ネットワーク技術があげられる。

2.2.1 コンピュータ・ネットワークとその構成要素

コンピュータ・ネットワークは1つのコンピュータ・システムのリソースを地理的に離れた多くの利用者に同時に提供しようとするタイムシェアリングによるリソースのシェアリングをさらに進ませ地理的に離れた異種独立多数のコンピュータ・システムのリソースを、地理的に離れた多くの利用者に同時に提供しようとするのがコンピュータ・ネットワークである。

コンピュータ・ネットワークの技術的な可能性として、コンピュータ・システム間を結ぶ通信回線を通じて、例えば自宅のタイプライタから、世界中のどこかのコンピュータのどんなソフトウェアでも使うことができるようになる。

コンピュータ・ネットワークは、基本的には、ノードと回線で構成される。ノードには、小型のハードウェア・インターフェースから複雑なコンピュータに到るまで種々ある。ノードの果たす機能としては次のようなものがあげられる。

- ① 他のノードを連結させる
- ② ネットワーク・メッセージをつくる
- ③ ネットワーク・メッセージを記憶したり、転送ルートを指定したりする
- ④ メッセージの伝送エラーを訂正する
- ⑤ ネットワーク・フローを制御する
- ⑥ ネットワークの故障をバックアップする
- ⑦ HOSTと端末機とのインターフェースとなる
- ⑧ 他のネットワークのインターフェースとなる

回線とは、ネットワークの伝達が行われるソースから目的までの経路をいう。コンピュータ・ネットワーク内で用いられる通信回線には、次のようなものがある。

- ① 電話交換線
- ② リースされたポイント・ツー・ポイント電話線
- ③ マイクロウェーブ・チャネル
- ④ 同軸ケーブル
- ⑤ 人工衛星チャネル

コンピュータ・ネットワークを構成的側面から捉えたときその第1の視点はネットワークを構成するコンピュータの種類である。同種すなわちソフトウェアやコードに互換性のあるようなコンピュータ・システムだけを結合する場合と、異種すなわち互換性のないコンピュータ・システムを結合する場合とがある。異種コンピュータ・システムを要素とするようなネットワークでは、ハードウェア上のインターフェイスの必要性はもとより、伝受するメッセージの型式についてのインター

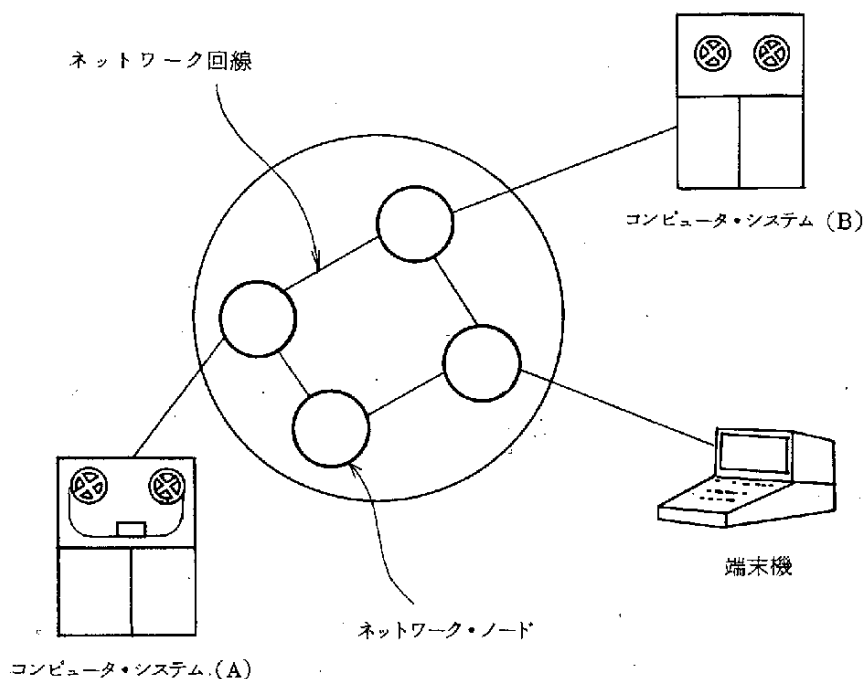


図 2-1 コンピュータ・ネットワーク

フェイスを作っておく必要がある。利用の側面からみた場合、いくつかの異種のコンピュータがネットワークに組み込まれていた方が問題の解決にあたって適当なコンピュータ・システムを選択でき極めて有用である。また、コンピュータ・ネットワークを発生的にみると、コンピュータ・ネットワークを構成する目的でコンピュータ・システムを導入することは、少なくともむしろ単独あるいはタイムシェアリングという形ですでに利用しているいくつかのコンピュータ・システムを結合してネットワークを構成する場合が多い。

コンピュータ・ネットワークの構成要素にはコンピュータだけでなく、周辺機器や端末機がある。ネットワークの主たる目的である資源の共用という面からしても、種々の周辺機器や端末機がネットワークに結合できることが必要である。このような観点からすると、ネットワークの構成要素として異種のコンピュータや周辺機器あるいは端末機が結合できるような形でコンピュータ・ネットワークを構成していくことがネットワークの望ましい姿といえる。

2.2.2 コンピュータ・ネットワークの結合形態

コンピュータ・ネットワークを形成する場合、その結合関係について考えると次の2つに分類される。

(1) 集中型ネットワーク

この形態は別の言葉で言えばスター型ネットワークである。すなわち、HOSTが他のHOSTと会話しようとする場合、必ず中央のIMPを経由して他のHOSTと接続される形式である。

この構成には、いくつかの欠点があるが、その主なものとして次の2つがあげられる。

① ネットワークの信頼性が低い。中央のIMPに障害が起るとその影響をネットワーク全体がまともに受ける。また、単一の回線が故障すると、ノードの孤立が起ることになる。

② 中心のノードが混雑する。集中型ネットワークの場合、ネットワークのあらゆる伝達は中心ノードを経由して行われ、そのため中心ノードの容量を時にはオーバーすることがある。

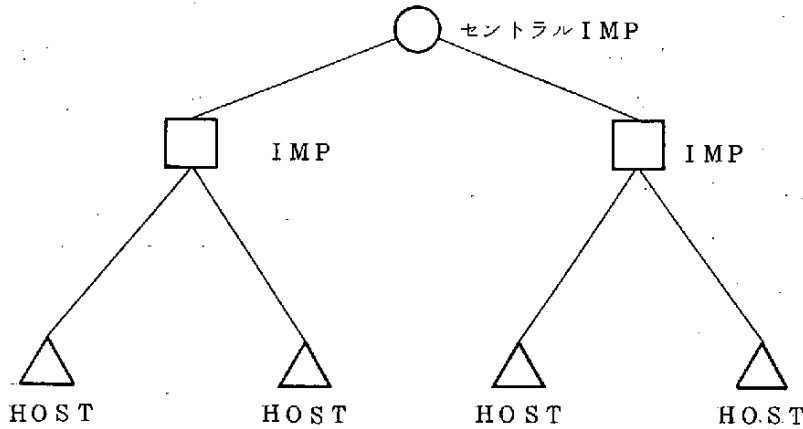


図2-2 集中型ネットワーク

集中型ネットワークの簡単なパターンは図2-2のようなものであり、ハイアラキー結合となっている。このパターンは日本でもコンピュータ・ネットワークとしてではなく単一のシステムとしての実施例がかなりあり、技術的にも実現しやすいものであると考えられる。

(2) 分散型ネットワーク

この形態は個々のHOSTがそれぞれ独自にIMPを持ち(必ずしもHOSTとIMPは1対1ではない)互いに他のHOSTと結合する方式である。HOSTのコンピュータ間には少なくとも二つ以上の経路が存在する。このため、回線およびIMPの障害によるネットワークの機能低下は回避でき、信頼性は向上する。

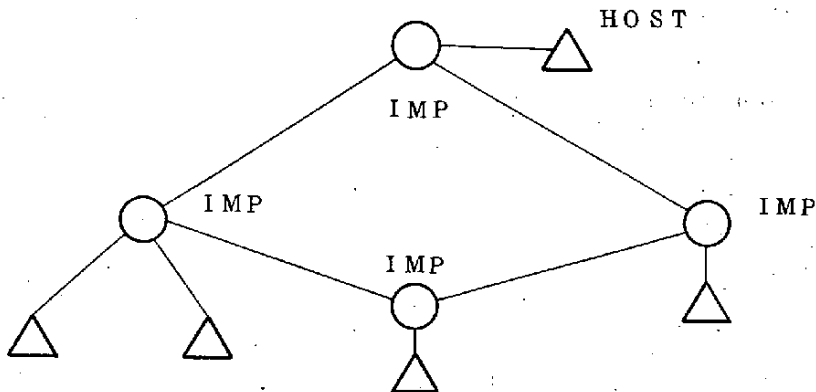


図2-3 分散型ネットワーク

しかし①集中型に比較して、ルート・トポロジーが複雑となること②IMPが多数になった場合、効率が低下するなどの欠点があげられる。分散型ネットワークは図2-3のような構成であり、不完全メッシュの網形ネットワークといえる。

分散型ネットワークの効率はそのルート・トポロジーによって決定されるのでIMPが増すごとに効率の良いルートを設定する必要がある。現在、開発されているコンピュータ・ネットワークの内ではARPANET、CYBERNET、MERITおよびNPLシステムなどが分散型を採用している。一方、集中型（スター型）を採用しているネットワークにはTUCCやOCTOPUSなどがある。結合形態からコンピュータ・ネットワークをみたときその主流は、分散型であるといえる。とくに既存のコンピュータ・システムを前提としてネットワークを構成するにあたっては、分散型かつ異種のコンピュータを要素とするような「分散型異種コンピュータ・ネットワーク」が主流である。この形態はネットワークの信頼性や拡張性の面からも他の形態と比較して効果があるといえる。

2.2.3 資源の共有からみたコンピュータ・ネットワーク

つぎに、ネットワークの構成的側面を資源の共用という観点から眺めてみる。資源の共用にはハードウェアの共用（ロード・シェアリング）、ソフトウェアの共用（ソフトウェア・シェアリング）およびデータの共用（データ・シェアリング）の3つがある。

(1) ロード・シェアリング

ロード・シェアリングとは個々のコンピュータ・システムのもっているハードウェア的処理能力すなわち中央演算処理装置や記憶装置あるいは周辺装置の共用である。ロード・シェアリングが必要とされる背景には、処理業務量の拡大、コンピュータの高度使用の増大、ユーザーの拡大あるいは大型機導入による問題解決のいきづまりなどがあげられる。ロード・シェアリングによって、利用者は自己の所有するコンピュータ・システムでは中央演算処理装置や記憶装置の制限から解決できないような問題を、ネットワークを利用することによって解決することが可能となる。すなわち自己のコンピュータからネットワークをアクセスし利用することによって対象業務を処理したり、問題の解決にあたったりすることができる。周辺装置あるいは周辺機器についても同様で、自己のコンピュータには直接に結合されていないような特殊な周辺装置をネットワークを通して利用できることになる。コンピュータ・ネットワークの利用形態としてのロード・シェアリングを利用者の立場からみるとこのような効用があるが、ネットワーク全体からみると負荷（ロード）の平均化ということになる。いいかえれば個々のコンピュータ・システムによってバラツキのある負荷をネットワーク全体に分散するとともにハードウェア的資源の効率的利用が可能となる。

ネットワーク全体のロードを平均化することによってネットワークを自動的に最適な状態に保っておくことをAJD（Automatic Job Dispatching）とよんでいる。このためには、ネットワークに組み込まれている資源の状況と各時点におけるロードの状況とを常に把握しておかなければならない。AJDはハードウェア的にみたロードを平均化するだけでなく、問題解決

にあたってその問題に必要なソフトウェアをも考慮する必要がある。すなわち資源共用の別の形態であるソフトウェアの共用とも関連をもつことになる。このようにロード・シェアリングは、利用者が特定の問題を、ネットワークを構成している特定のコンピュータを用いて解決したり、ネットワーク全体のロードを平均化したりすることができるが、このほかにCJP (Cooperated Job Processing) とよばれる利用法がある。CJPはひとつの問題を複数台のコンピュータを同時に作動させることによって処理するものである。勿論このような処理をおこなうためには、コンピュータ間の同期をとったり、特定のコンピュータに対してプロセスを発生させたり停止させたりするための機能あるいはコマンドが必要である。

利用者がコンピュータ・ネットワークの構成やロードの状況を意識することなく(利用者のネットワークからの独立)ネットワークを利用して対象業務や問題の処理にあたることができるようにするためには、上に述べたCJP及びAJDの機能が重要な役割を果たすことになる。

ロード・シェアリングは、このように資源の共用の極めて重要な分野を占めることが期待される。しかし、現在開発されているコンピュータ・ネットワークでは、まだ中心的な位置を占めてはいない。この理由の主なものとして、次のようなものがあげられる。

①ロード・シェアリングは、ネットワーク内のコンピュータが同質性を備えることが前提となる。通常、大部分のプログラムは一種類のコンピュータで行なわれるように書かれている。そのため、プログラムを異ったソフトウェアを備える異ったハードウェアに移すことは極めて困難である。

②ロード・シェアリングは、コンピュータ間のファイルの移送あるいはファイルへのリモート・アクセスを必要とすることが多い。しかし、ファイルのリモート・アクセスは小規模のファイルでは容易であるが、大規模のものは極めて困難である。

(2) ソフトウェア・シェアリング

第2の資源共用の形態であるソフトウェア・シェアリングとは、ネットワーク内のコンピュータ・システムが有するソフトウェアを、手近かなコンピュータから利用しようとするものである。ソフトウェア・シェアリングが必要となる背景としては、高度なソフトウェアに対する需要が増加する一方その開発が極めてユーザーに負担を荷することがあげられる。ソフトウェア・シェアリングによって、利用者は問題の解決にあたって自己の所有するコンピュータにあった形でソフトウェアを作成したりあるいは変換したりすることが不必要になる。場合によっては、特別な機能をもったハードウェアでのみ利用できるソフトウェアを使用することも可能となる。ネットワーク全体からみると、同種のソフトウェアが物理的に存在する場所(コンピュータ)を最小限にとどめることができる。このことはソフトウェアの保守にともなうコストを軽減するばかりではなく、ソフトウェアの信頼度をも高めることになる。

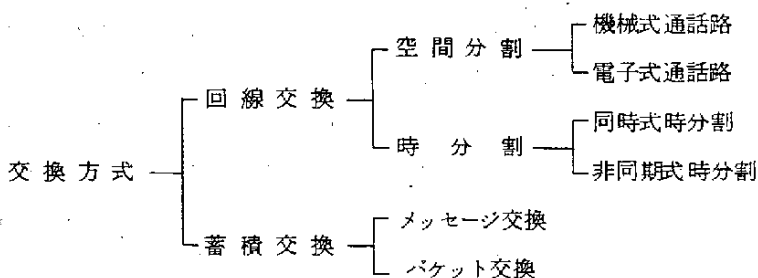
(3) データ・シェアリング

資源共用の第3の形態であるデータ・シェアリングはネットワークを媒介として種々のデータを共用しようとするものである。このデータ・シェアリングは前2者すなわちロード・シェアリ

ング、ソフトウェア・シェアリングとは幾分異なった意味あいをもっている。すなわち前2者の利用形態はある意味でコンピュータ・システムに密着した形での従来のコンピュータ利用形態の拡張とみることができる。ところがデータ・シェアリングはコンピュータを離れて、情報流通の問題と大きな関連をもっている。従来の情報流通においては組織体内あるいは組織体間で、種々の情報が種々の形態で伝受され、処理されてきた。ネットワークをこの情報流通の過程に利用することにより、必要な情報がネットワークを通して迅速に入手できるようになる。コンピュータ・ネットワークをデータ・シェアリングに基づく情報ネットワークとして捉えることも可能である。ネットワークでは、いろいろな型式をもったデータベースが、それぞれのコンピュータに付属して設置されている。ある問題の解決にあたって、その問題解決に必要なデータを管理しているコンピュータで処理をおこなうという従来の形態のほかに、問題を処理するコンピュータと必要なデータベースを有する。コンピュータとが別のものであるという状況も考えられる。また、ひとつの問題を処理するのにネットワーク内に分散しているいくつかのデータベースにアクセスする必要があることもあろう。このようにネットワーク内に分散したいくつかのデータベースを自由にアクセスする手法をDDBA(Distributed Data Base Accessing)とよんでいる。データベースはデータベース管理システムを通してアクセスされるが、現在多くのデータベース管理システムはそれぞれ異なった構造でデータベースを構成している。それぞれの相違はデータベースの物理的および論理的構造における相違だけでなく、データベースをアクセスあるいは操作するための言語も異なっている。したがって、DDBAをおこなうためには、各種のデータベースあるいはデータベース管理システムを操作できるようなハイレベルの言語が必要となる。

2.2.4 交換方式

さて、最後にIMPおよびHOSTをつなぐ交換方式の形態について述べる。交換方式は次のように分類することができる。



回線交換方式というのは物理的に一対一でコンピュータとコンピュータをつないでいく方式でこれには空間分割型と時分割型とがあるが、いずれにしても概念的にはコンピュータとコンピュータを回線で一対一につないでいくという方式をとっている。蓄積交換というのは、IMP交換機の方に蓄積機能をもたせメッセージ交換、パケット交換という形で、あて先を振り分けながら情報を伝達するという方式をとっている。一般的にいって両者をつなぐデータ量が多い場合には、回線交換方

式が有利であり、データ量が少なくネットワークの中を入り乱れるという場合は、メッセージ交換やパケット交換が有利になってくる。

2.2.5 コンピュータ・ネットワークの技術的問題点

コンピュータ・ネットワークは、現在ARPAを始めかなりの数のものが開発されているが、その多くは実験的なものであり技術的な問題の解決の多くはむしろ将来の課題として残されたままになっているといえる。

ARPA等の研究成果からすくなくともつぎのことがいえよう。

- ① データ伝送は、コンピュータ・ネットワークとは別の独立した問題である。データ伝送において考慮すべき主な点は機器相互間のインタフェースやプロトコルの単純なこと、端末・回線及び制御系の故障・障害の発生率が小さく、伝送上の誤り率が小さいこと、符号、フォーマット、速度等の異なるシステム間の情報の転送が円滑であることなどがあげられる。
 - ② パケットスイッチングは可能である。
 - ③ コンピュータ——コンピュータプロトコルは未だ模索の状態にあり最良のものはできあがっていない。
 - ④ 同機種系コンピュータ・ネットワークの場合は問題はない。
 - ⑤ 下手に定められたプロトコルは、あとあとやっかいなものになる。
- さて、次にコンピュータ・ネットワークの技術的問題点を列挙すると、次のようになりう。

(1) ハードウェア

- ① IMP用のハードウェアの開発
- ② HOSTとIMPとのインターフェース

(2) ソフトウェア

- ① 既存のOSが、はたしてコンピュータ・ネットワークに組み込めるかどうか。
- ② 言語の標準化
- ③ メッセージ・コントロール・プログラム
- ④ IMPモニタ
- ⑤ ネットワーク・コントロール・プログラム

(3) ネットワークの制御

- ① プロトコル
- ② 伝送制御方式の標準化
- ③ パケットング方式
- ④ バッファリング方式
- ⑤ ネットワークのトポロジーの最適化
- ⑥ 障害対策

(4) ネットワーク・マネジメント

- ① 機密保護対策

- ② データベースのインターフェース
 - ③ 拡張性の確保
 - ④ アカンテイングの問題
 - ⑤ 保守問題
 - ⑥ 経済性の検討
- (5) そ の 他
- ① データ交換方式(スイッチング方式)
 - ② ネットワークのスーパーバイザー

2.3 コンピュータ・ネットワークの比較

次に、現在開発されているコンピュータ・ネットワークを特にネットワーク構成に注目して紹介する。

2.3.1 コンピュータ・ネットワーク構成上の比較

それぞれのコンピュータ・ネットワークを比較すると表2-1のとおりである。

2.3.2 コンピュータ・ネットワークの事例

(1) ARPA

1967年の中頃に検討を始め、1969年末に地理的に離れた4つのシステムを接続した。研究用のネットワークではあるが、現在ネットワークに接続されているコンピュータは米国とヨーロッパを含み40台を越えている。結合形態は、分散型異種コンピュータによる構成である。

ネットワーク自身は、IMPあるいはTIPと通信回線で構成され、各IMPあるいはTIPにHOST、端末機などがぶら下がる構成になっている。2地点間には必ずマルチパスが存在するようにネットワークを構成しており、信頼性の向上を図っている。また、それぞれのIMPのソフトウェアは同一であり、変更はネットワーク自身を通じて一斉に行うことができる。

HOST: AからBに情報を送る時には、AのIMPあるいはTIP経由で送り、それが、隣接するIMPあるいはTIPを中継し、目的地BでIMPあるいはTIPを経由してHOST: Bに入る。ネットワーク上の伝送はパケット(1,000ビット単位)でバラバラに行われる。パケットにはHOSTが行き先のアドレスを付加する。

ARPAでは、HOST間で授受する情報はパケットに分割されて送信されるので、個々のパケットを受信側のIMPに伝達する場合、その経路の決定が問題となる。ARPAでは、パケットを次にどこに送るかは、そのつど判断決定されるようになっている。すなわち、送信元のIMPがパケットを転送する時には、まず受信側のIMPに要求を出して、必要なだけのスペースを予約させるのである。受信側から予約OKの返事があった時に初めてメッセージの転送を開始する。これは、回線とIMPがこんでいれば、パケットをネットワークに入れないということを意味しており、ARPAの基本的思想の1つである。

異機種の間でリソースを利用し合う時に、最も重要な問題として、データストリームの意味がそれぞれの機種によって異なるということがある。ARPAではこの問題の解決のために、プロ

表2-1 コンピュータ・ネットワーク比較

ネットワーク名 比較項目	ARPA	CYBERNET	DCS	MERIT	NETWORK/ 410	NPL	OCTOPUS	IBM-TSS	TUCC
稼動開始日	1969	——	——	1969	1968	1970	1971	——	1965
ネットワークの形態	分布形	分布形	分布形	分布形	集中形	分布形	集中形注1) 分布形注2)	分布形	集中形
コンピュータの構成	異機種	異機種	異機種	異機種	異機種	異機種	異機種	同機種	同機種
ノード数	34	36	9	3	12	27	10	9	4
ネットワークの領域	アメリカ全域	アメリカ全域	カリフォルニア大学(アービン)	ミシガン州	ヨークタウン	NPL	LBL	アメリカ全域	ノースカロライナ州
計算機の規模	複合	大	ミニ	大	大	大	大	360/67	IBM 360
通信交換用マシン	Heneywell DDP516,316	Widoband Switch	リングインタフェース	PDP-11/20	IBM 360/91	DDP-516	PDP-6	IBM 2701	IBM2701
回線形態	交換回線	交換回線	交換回線	交換回線	交換回線	直結回線 交換回線	直結回線注1) 交換回線注2)	交換回線	直結回線
交換方式	蓄積交換	回線交換	リング交換	蓄積交換	蓄積交換	蓄積交換	蓄積交換	蓄積交換	——
伝送媒体	賃貸回線	賃貸回線	同軸ケーブル	Telpak	貸借半2重回線	同軸ケーブル	同軸ケーブル	DDD	Telpak
データ伝送率 (bps)	50,000	40,800	キロ 200-500	2,000	40,800	1,000キロ	12メガ	2,000 40,800	46,800
伝送モード	アナログ	アナログ	ディジタル	アナログ	アナログ	ディジタル	ディジタル	アナログ	アナログ
メッセージフォーマット	可変長	固定長	固定長	可変長	——	固定長	可変長	可変長	可変長
メッセージの大きさ(最大)	8,095ビット	1,024字	900ビット	240字	——	1,024ビット	注1) 3,780キロビット 1,208ビット注2)	8,192ビット	1,000バイト

注 1. ファイル伝送 2. テレタイプ

HOST間は、STとよばれるソフトウェア（ARPAのNCPに相当）と通信ネッドを介して通信が行われる。このSTは、HOST内に複数個存在する。

通信はレターによって行なわれる。つまりプロセス、ユーザー、機器等からレターは、その区域のSTに渡されネットを通じ適当なアドレスのSTに運ばれ、目的地に到達する。また新しいバージョンをテストしたり、特別なサービスを行ったり、他のネットのホストとのプロトコール通信するためのSTも設置できる。モニタリングやダイアノステイクスもこのレベルで行なわれる。

STは、レターからパケットをつくる。レターは制御情報を付加され、可能ならばいくつかのレターがまとめて1つのパケットにつめられたり、あるいは長いレターは複数のパケットに分割される。

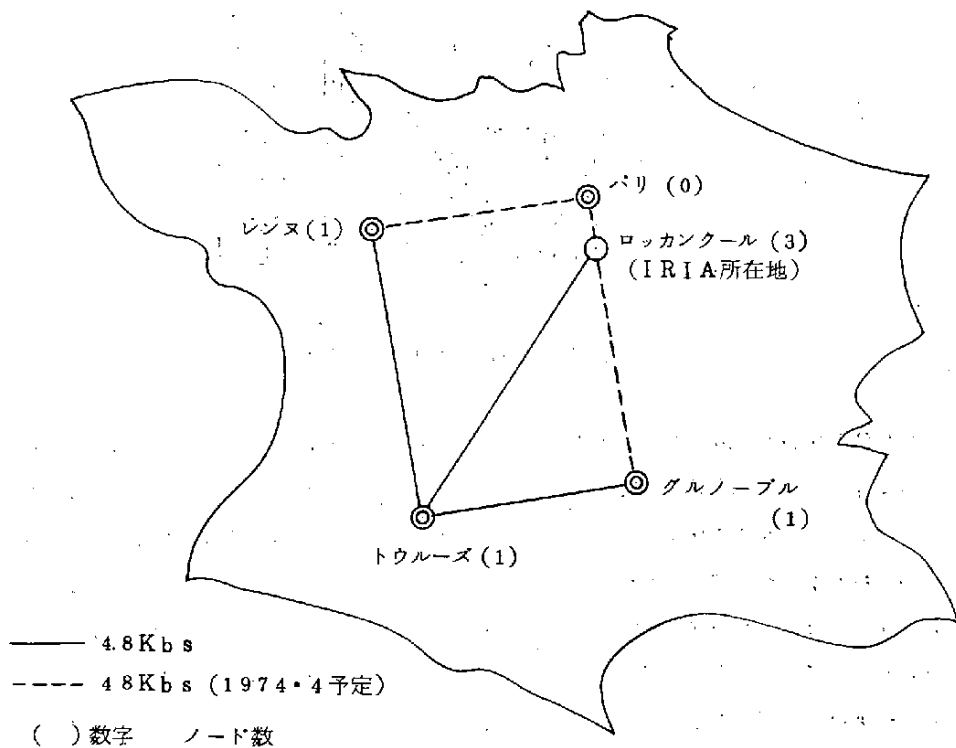


図2-5 CYCLADES ネットワーク

(3) OCTOPUS

米国原子力委員会 (AEC) からの契約をもとにカリフォルニア大学ローレンス研究所によって運営されている。その主目的は核反応のシミュレーションを行うことにある。周辺装置群を利用するためのネットワークは、集中形構成、テレタイプを利用するためのネットワークは、分散構成となっている。

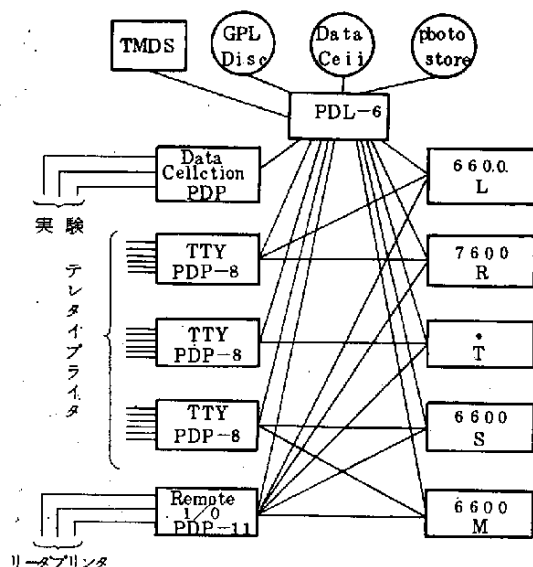


図 2-6 OCTOPUS ネットワーク

OCTOPUS の最初の概念は名前が示すように“足”となるコンピュータ群とその間の情報をコントロールする“頭”となるコンピュータをもつことであつた。しかし、この構成はある 1 つのコンポーネントの崩壊が他に影響してしまうという弱点をもち、現在はより複雑で分散的である。各々が独自の機能をもつサブネットワークより構成され、各サブネットワークはその“頭”としてコンセントレーターと呼ぶ小さなコンピュータを持っている。コンセントレーターは各ワーカーコンピュータ及びサブネットの機能を形成する各種装置につながっている。ワーカーコンピュータはユーザーの指定したプログラムを実行する。ワーカーのオペレーティングシステムはタイムシェアになっている。

システムプログラムの機能はファイルを蓄積、ロケート、検索し、メッセージの流れをコントロールし、ユーザープログラムからの要求を扱い、その実行をスケジュールし、アカウントing 及び、障害対策をとることである。ユーザーは端末を通じてネットワークと通信する。適当な入力でユーザーは希望するプログラムを選び、指示やデータを与える。実行するユーザープログラムと、ワーカーオペレーティングシステムへのメッセージは簡単なルールにより区別される。インタラクションはユーザー、ユーザープログラム、システムの 3 段階である。

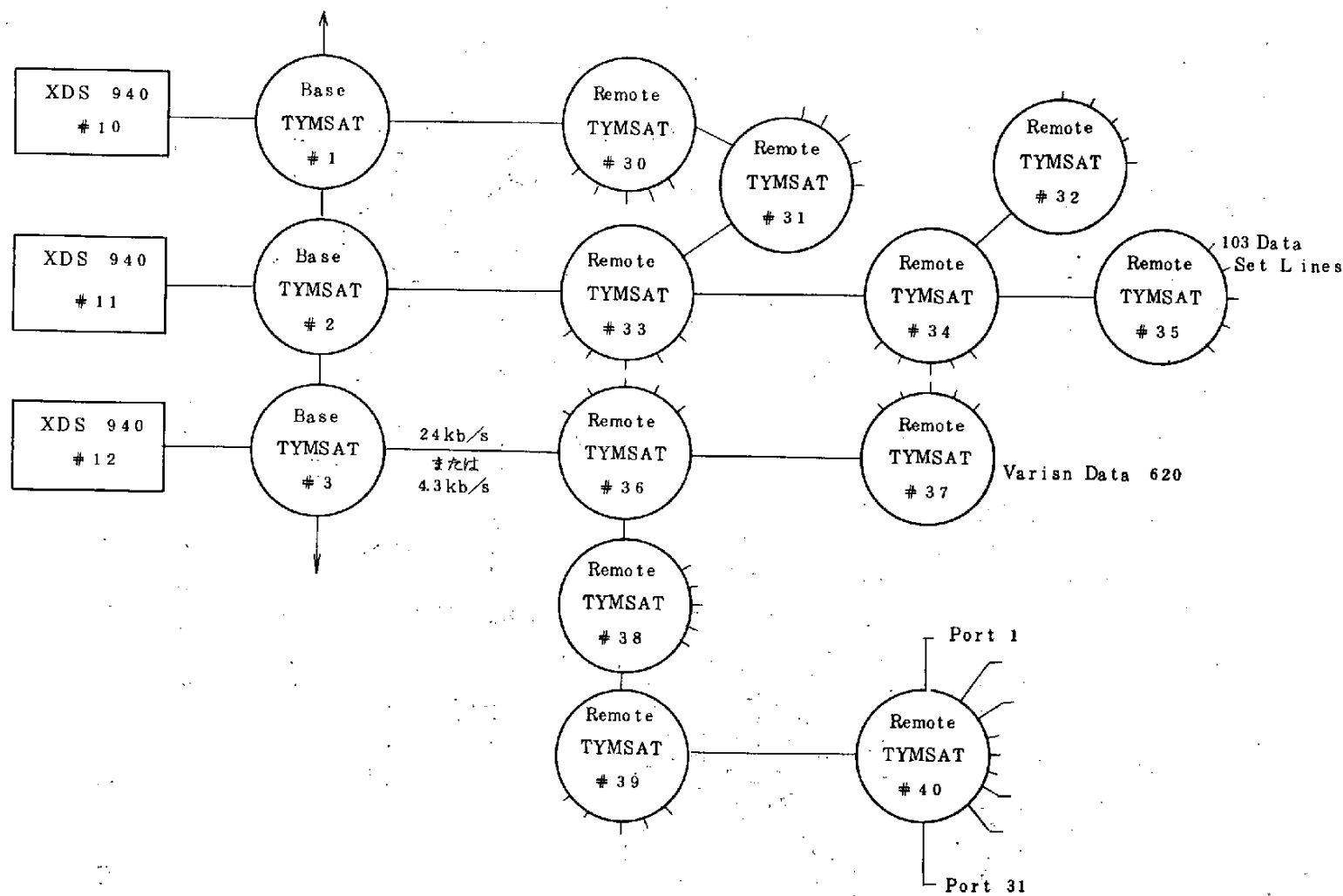


図 2-7 TYMNET ネットワーク

(4) TYMNET

米国タイムシェア社による商用コンピュータ・ネットワークである。米国とヨーロッパの70以上の都市を結んでおり、マルチリング分散型の異種コンピュータによる結合形態をとっている。このネットワークにはいくつかの情報ネットワークが乗っている。たとえばパッチェル研究所の大規模情報検索システムBASISあるいは医学情報データベースとして有名なMEDLINEなどがTYMNETネットワークを通してアクセスが可能になってる。

(5) MERIT

ミシガン大学、ウェイン州立大学及びミシガン州立大学の3大学のコンピュータを結ぶ3角分散型ネットワークである。コンピュータはIBMとCDCの異種結合になっている。

研究用ネットワークではあるが1972年以来運転している。

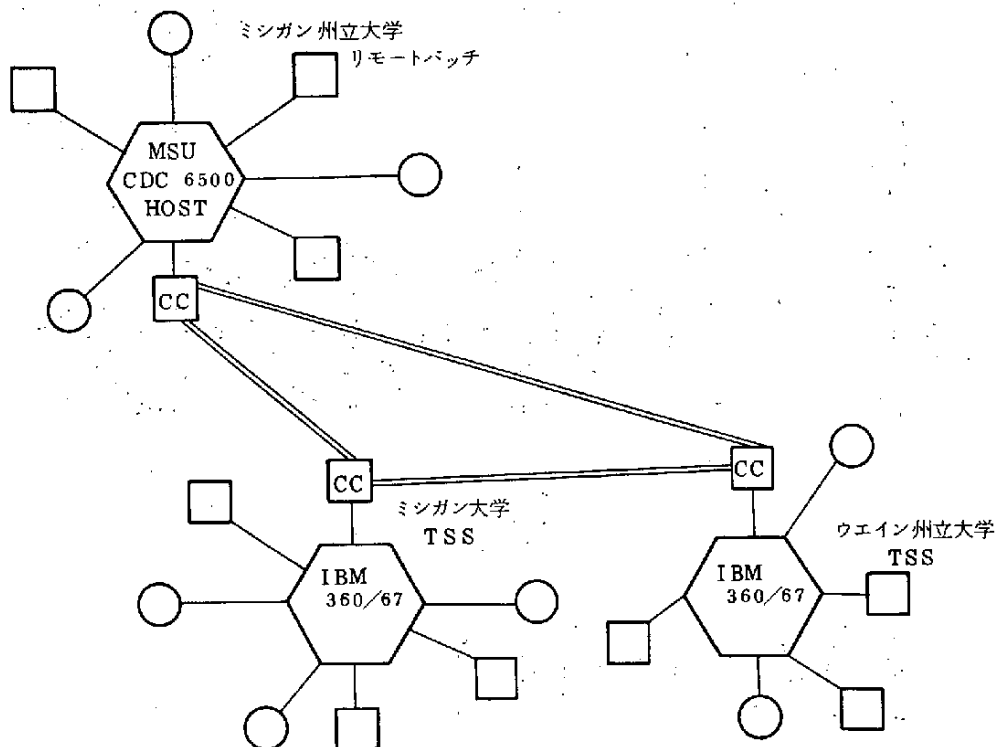
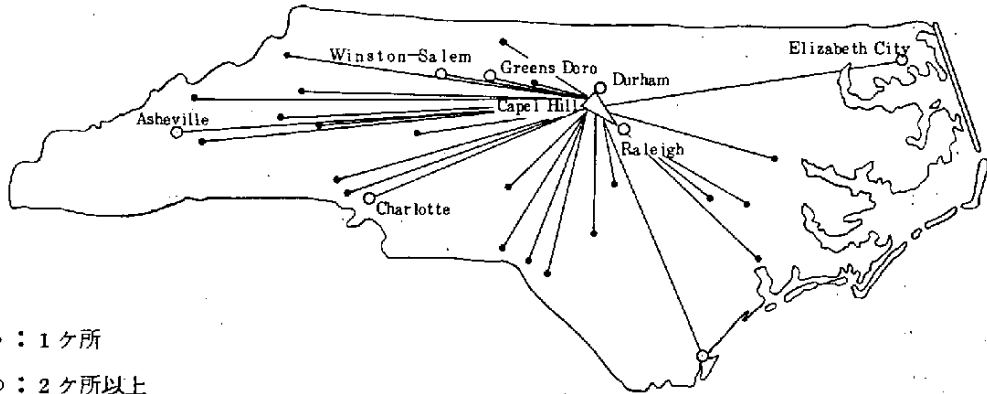


図2-8 MERITネットワーク

その主目的は教育学術用のTSSおよびリモートバッチ処理を行うことにある。

(6) T U C C

ノースカロライナ州の3大学コンピュータを結ぶ集中型（スター型）コンピュータ・ネットワークである。I B M 370/165 を中心とした同種コンピュータの結合形態をとっている。



- : 1ヶ所
- : 2ヶ所以上

Asheville	2
Charlotte	1.2
Durham	3
Elizabeth City	2
Greensboro	4
Raleigh	3
Winston-Salem	3
Wilmington	2

図 2-9 T U C C ネットワーク

(7) C Y B E R N E T

C D C が作成したネットワークで世界で最初の商用コンピュータ・ネットワークであり、C D C の各種データ・センターをネットワークで結んだものである。

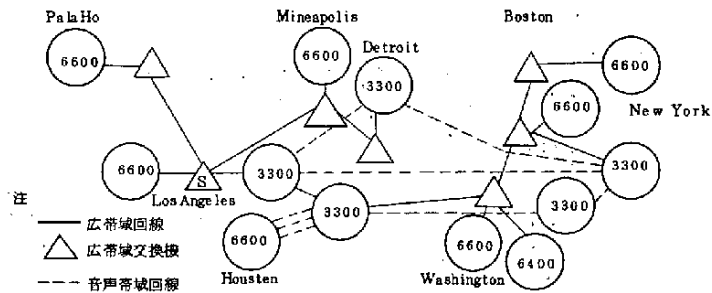


図 2-10 C Y B E R N E T ネットワーク

分散型の結合形態をとっているが、コンピュータは同種である。

(8) COINS

パケット・スイッチング方式を古くから採用しているコンピュータ・ネットワークである。構成は3台の異種コンピュータを集中型(スター型)に結合している。現在のところハイレベル・プロトコルは用意されていないが、3台のコンピュータに分散したデータベースへのアクセスが主体である。

(9) MARK III

米国GE社による商用コンピュータ・ネットワークである。結合形態は集中型同種コンピュータによるネットワークであり、クリーブランドのセンターには100台を超えるコンピュータ群がある。世界の約300都市を結合している国際的ネットワークである。

(10) DCS

カリフォルニア大学で開発した学内コンピュータ・ネットワークである。ネットワークはリング型で異種コンピュータで構成されている。

(11) NPL

英国の国立物理学研究所(NPL: National Physical Laboratory)で開発している研究用ネットワークである。分散型異種コンピュータによって構成されているが、パケット・スイッチングの新技术に特徴がある。

(12) VIPERIDAE計画

VIPERIDAE計画はベル研究所の地理的に分散した8つの研究所が3ヶ所に分散設置され

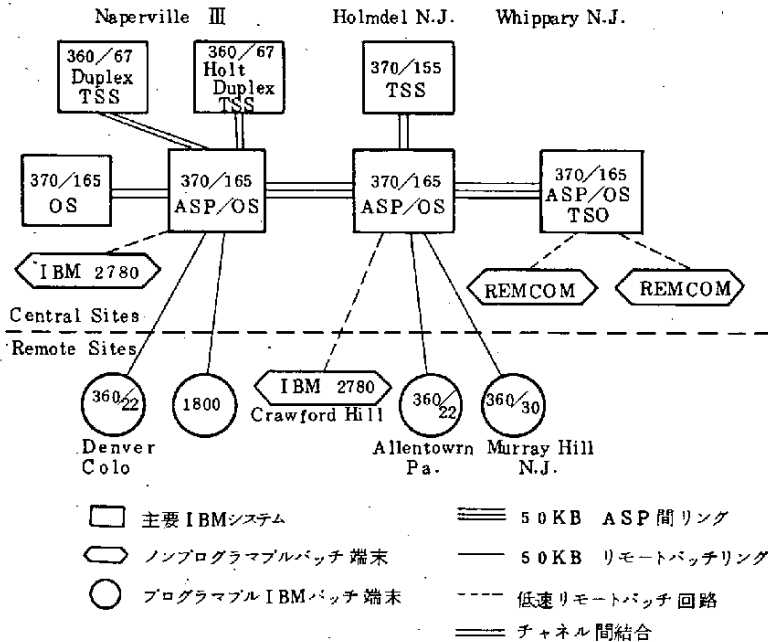


図 2-11 ベル研究所Viperidacネットワーク計画

た大型コンピュータを利用できるようにするものである。3センターの370/165 ASPシステムは標準通信制御装置、ペルシステム303Cデータセット及びペルシステムの50KB伝送路によって相互に接続されている。

(13) P C I のコンピュータ・ネットワーク計画

これはパケットデータを伝送するために通信業者から広帯域の伝送路を借用してミニコンにより端末とコンピュータおよびコンピュータ間を結合するネットワークを提供しようとするものである。一連の標準ネットワークプロトコルにより各顧客が使用している言語とは独立に動作することが可能となっている。

図2-12にあるPSP (Packed Switching Processor) の基本機能としては接続されているカスタムコンピュータからメッセージを受けそのメッセージをパケットに分割し再編成して目的のコンピュータに送ることにある。逆にPSPが接続されているコンピュータに対するアドレスをもったパケットを受け取ると受信パケットにエラーのない事を確かめてメッセージに再組立てしてコンピュータに送りこむことも行う。端末からネットワークにつながっているコンピュータへのアクセスはTAPによって提供されており各TAPはPSPを通してネットワークに接続される。

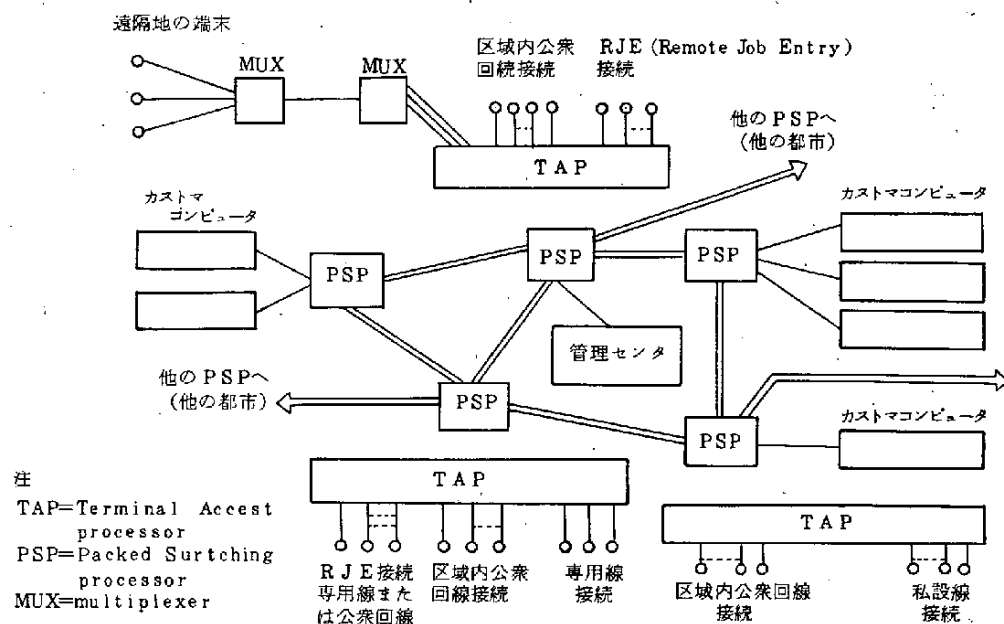


図2-12 PCIネットワーク計画

このほかにもEC諸国のEIN、スウェーデンのSAMCOM、カナダのCANUNETなど多くのコンピュータ・ネットワークが計画ないし開発中である。

(14) JIPNET

情報処理開発センター(JIPDEC)内にある、FACOM、NEAC、HITACの3機種のコンピュータを、ホストとして相互に連結している。現在は、末だインハウスのシステムであるが将来は、外部のネットワークとか、システムとかの結合を考えている。この実験の主要な目的は次のとおりである。

- ① 異なる3機種のハードウェア、ソフトウェア、データセット等の限界を除き、総合してリソースを利用すること。
- ② プログラムやデータファイルの互換性を、標準化とは異なるアプローチにより確保すること。
- ③ 漢字入出力、図形処理装置、マークリーダ等の特殊周辺装置をどのCPUからも共用すること。
- ④ TSSに於て端末からどのシステムでもアクセス可能にすること。

異なる機種のマシンの結合方法として、IMPを介したARPA型の結合を採用している。ネットワークの機能として以下の実現を目ざしている。

① CJP (Cooperated Job Processing)

ネットワーク内の複数のホストが、一つのジョブを共同して行う。JIPDECでは、H-8450のグラフィックディスプレイとF60のデータベースと高速演算能力を利用できるシステムを考えている。

② AJD (Automatic Job Dispatching)

ソフトウェアにはネットワークと既成のOSとのインタフェースを司るNCP (Network Control Program)と、IMP内にありネットワーク上のデータコミュニケーションの一切を管理するMCP (Message Control Program)の2つがある。MCPにはIMPのサブネット上のデータ転送にかかわるコントロールをできるだけたせ、NCPには各HOST依存のものをできるだけ吸収しようとしている。

プロトコルは、次の5つのレベルを考えている。

- I) コミュニケーション・サブネットの効果的な運転を実現するためのIMP-IMPプロトコル
- II) HOSTとIMPのインタフェースを規定するHOST-IMPプロトコル
- III) HOST同志のコミュニケーション用のHOST-HOSTプロトコル
- IV) ユーザーのプロトコルの基本的なもの。具体的にはコマンドという形で実現される。
- V) ハイレベルプロトコル。通常ユーザーの利用するコマンドで、ユーザーとのインタフェースをとる。

以上のようなプロトコルの処理が、NCP、MCPの重要な部分を占める。

③ DDBA (Distrifuted Data Base Accessing)

各HOSTに散在するデータベースに自由にアクセスするためには、汎用のデータ管理が必要であるがこれをJIPNETの大きな柱の1つと考えている。

DDBA (Distributed Data Base Accessing) 実現には、変換という問題があるが、それには次に示すようにいくつかの種類がある。

i) ビットレベルの変換

各コードの違い、たとえばFACOM、HITACは今のところEBCDICコードを使用しているが、NEACは、BCDコードを使用している。

ii) フローティング・データとかフィックスド・データとかのデータのフォーマット・レベルの変換

iii) ハイ・ラベル・ランゲージに基づく、FORTRANのデータ、COBOLのデータ等のレベルのもの

iv) ホスト特有のIOCS、データ管理にディPENDするレベルのもの

v) 一番困難なものとしてデータ・ストラクチャーも含めてフィジカルなマッピングのレベル

これらの問題を解決するに際して余り無理をしても、効率の良いものは出来ないという判断からインプリシットに標準コードを設けている。コードの異なるHOST間では、常に標準コードを通すことになっている。各マッピングのレベルとか、IOCSのレベルとかは、可能な限り各々のHOSTの範囲で吸収しようとしている。

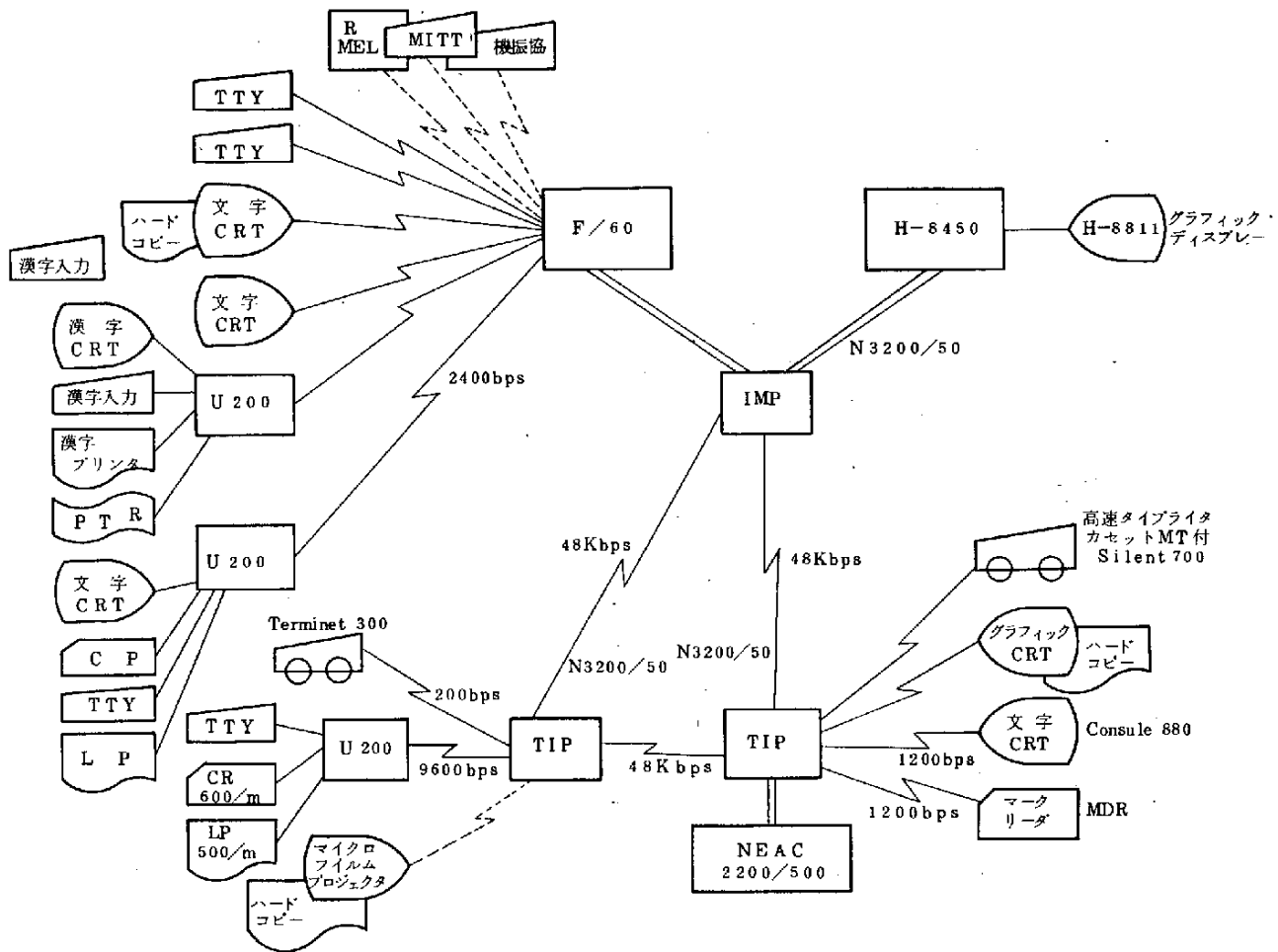


图 2-13 JIPNET

第3章 情報システムとしてのコンピュータ・ネットワーク

3.1 利用からみたコンピュータネットワーク

この節ではコンピュータ・ネットワークを利用的側面から考察する。コンピュータ・ネットワークは資源の共用に主たる効果があるが、その共用にたつて対象業務を処理したり特定の問題を解決したりする点にこそ効用を見出すべきことはいうまでもない。もちろんネットワークを利用して処理する対象業務や問題によって、ネットワークの構成的側面も影響を受けることになる。

一方コンピュータ・ネットワークを、そのネットワークを構成する組織体という見地からみると、企業内ネットワーク、企業間ネットワーク、官庁間ネットワーク、あるいは官庁と企業間ネットワークが考えられる。このようにネットワークを構成する組織体によって、ネットワーク構成の際の問題も異なってくる。

コンピュータ・ネットワークは従来のコンピュータ利用形態である単体的利用やタイムシェアリングの利用とは異なった面をもっている。

第1は資源共用の範囲が飛躍的に増大することである。第2はネットワークの発生的な観点から拡張性が強く要求されることである。これまでに設計されたコンピュータ・ネットワークの例をみても、既存のコンピュータ・システムが結合されることによってネットワークが構成されていく傾向にある。第3はネットワークの拡大にともない、ネットワーク内の資源が不特定多数によって利用されることである。

これらの点を考慮すると、コンピュータ・ネットワークの設計にあたってのいくつかのチェックポイントがでてくる。第1は利用者が容易にネットワークをアクセスできることである。このことは利用者がネットワークの構成を意識することなくネットワーク内の資源を容易にかつ自由に利用できるということである。いいかえれば利用者のネットワークからの独立性とでもいえよう。この独立性を実現するためには、とくに分散型異種コンピュータによって構成されるネットワークにおいては、ハードウェアやソフトウェアあるいはデータベースの共用のための標準的な利用者プロトコルが必要となろう。実際ハードウェアごとに、ソフトウェアごとに、さらにはデータベースごとに異なった型式の利用言語やプロトコルを用いるのでは一般利用者向きとはいえない。

第2はネットワークの保守と信頼性である。これにはハードウェアやソフトウェアの問題とデータの内容に関する問題がある。ハードウェア上の問題としてはネットワークが常に正常な形で運営されるように保守すると同時に、コンピュータやコミュニケーション・ラインに不調が生じたときのバックアップ体制と代替処理とがある。第3は機密保護の問題である。

コンピュータ・ネットワーク上に展開された情報ネットワークで伝受されるデータには、特定の組織体でのみ利用されるべきものや、一般に公開できないものがある。そこでデータあるいはデータベースに対するアクセスを制限する必要が生じる。この問題はコンピュータ・ネットワークが社会的装置としての役割を演じる時代においてはとくに考慮が必要となろう。第4はアカウンティングの問

題である。先にも述べたように、ひとつの対象業務や問題を処理するのに複数のコンピュータやソフトウェアやデータベースを用いることになる。そこでネットワーク利用者に対しどのような費用体系を設定するかがアカウンティングの問題である。

コンピュータ・ネットワークはコンピュータの従来の利用形態と異なり、閉じた組織体における利用から開いた組織体における利用を指向している。閉じた組織体におけるコミュニケーションと開いた組織体におけるコミュニケーションとは質的な違いがあろう。すなわちコミュニケーションの基盤としての言語の確立と意味の設定に関する理解が普遍的な形でおこなわれなければならない。

コンピュータの利用形態としてのコンピュータ・ネットワークへの移行は、いわば閉じた組織体におけるコミュニケーションから開いた組織体におけるコミュニケーションへの移行とみることができ。これから構築していくコンピュータ・ネットワークを利用しやすくかつ効用の高いものにするためには上に述べたような視点からの考察が必要となる。

この節でははじめに問題解決や業務処理からみたコンピュータ・ネットワークの利用形態を、従来の単体的あるいはT S S的コンピュータ利用形態の発展的形態としてとらえる。つぎに情報流通システムとしての情報ネットワークの中でコンピュータ・ネットワークの果たす役割について考察する。このコンピュータ・ネットワークの情報流通システムとしての利用形態は現在もいくつかのシステムが稼動しているが、将来においてのコンピュータ・ネットワークの重要な利用形態となるであろう。

最後に現存するいくつかのコンピュータ・ネットワークを利用的立場からその問題について検討を行う。

3.1.1 コンピュータ・ネットワークの利用形態

コンピュータおよび情報処理技術の発展にともない、情報システムをとりまく環境や利用者のシステムに対する要求も大きな変革をとげてきた。すなわち問題解決や業務処理において、単体としてのコンピュータ利用形態あるいはT S S的コンピュータ利用形態をとっていた環境での情報処理と、コンピュータ・ネットワークとしての利用形態における環境での情報処理とはおのずから方法や考え方が異なってくる。

コンピュータのT S S的利用形態によって中央にある大型コンピュータ・システムの機能、すなわち処理能力、容量、ソフトウェアおよびデータを利用して、遠隔地の端末から問題の解決にあたることが可能になった。コンピュータ・ネットワークのひとつの利用形態をこのT S S的利用形態の延長線上にとらえることができる。すなわちコンピュータ・ネットワークに結合されたコンピュータあるいは端末からネットワークを通して、問題解決や業務処理に適したネットワーク内のコンピュータ資源を利用して情報の処理にあたることができる。このことはT S S的利用形態にくらべて情報処理の範囲を量および質の面から大巾に拡大した。

実際、現存するいくつかのコンピュータ・ネットワークでは、ソフトウェアや容量を含んだ意味での多種類のコンピュータ処理能力を相互に利用することを目指して設計されている。この場合利用者は自己の解決しようとしている問題に適したコンピュータ・システムをネットワークを経由してアクセスし、そのコンピュータの機能を利用して問題の解決にあたっている。この利用形態を図示すると

図 3-1 のようになろう。

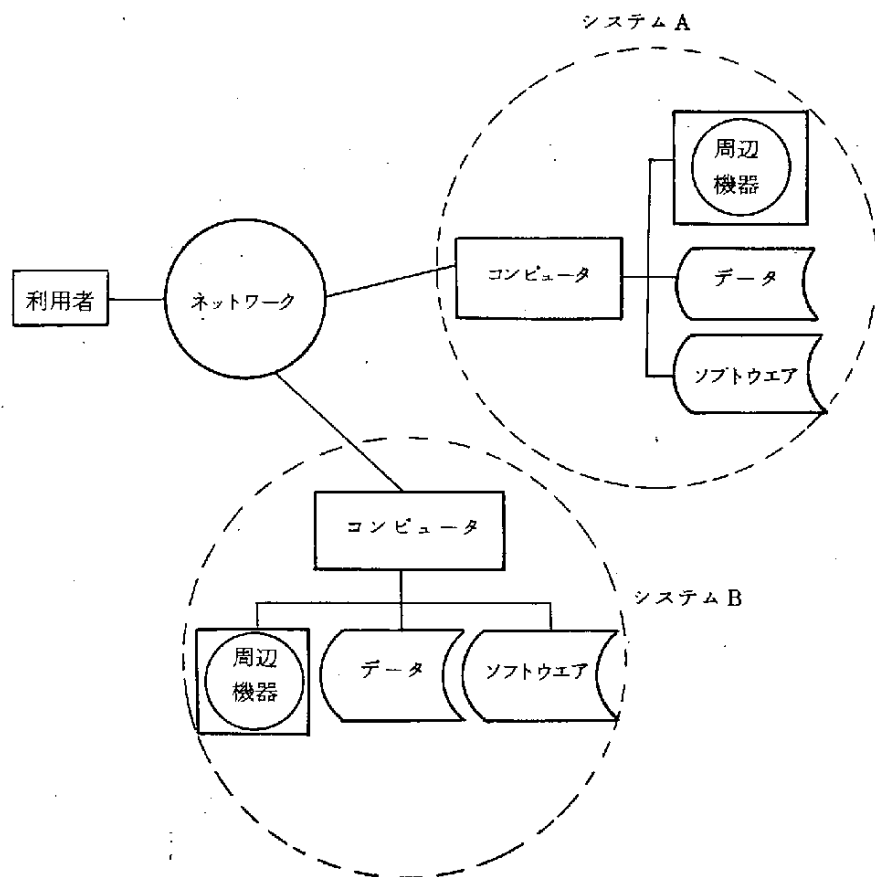


図 3-1 システムへのアクセス

この図では利用者はXというコンピュータあるいは端末装置を、ネットワークを通してシステム A あるいはシステム B に結合して情報の処理にあたることを示している。このように TSS 的利用形態の発展として、ネットワークに組み込まれた多種類の（能力や機能をもった）コンピュータ・システムの中から特定の情報処理に適したコンピュータをアクセスして問題解決にあたるという、コンピュータ・ネットワークの利用形態はさらにいくつかの利用形態に発展する。

たとえば複数台のコンピュータを同時に作動させることによってひとつの問題の処理をおこなう CJP (Cooperated Job Processing) とよばれる利用法がある。勿論このような処理をおこなうためには、コンピュータ間の同期をとったり、特定のコンピュータに対してプロセスを発生させたり停止させたりするための機能が必要となる。コンピュータ・ネットワークではいろいろな型をもったデータベースがそれぞれのコンピュータに付属して設置されている。そこである問題の解決にあたって、その問題解決に必要なデータを管理しているコンピュータで処理をおこなうという従来の形態のほかに、問題を処理するコンピュータと必要なデータベースが付属しているコンピュータ

とが別のものであるという状況も考えられる。さらにはひとつの問題を処理するのにネットワーク内に分散しているいくつかのデータベースをアクセスする必要があることもあろう。このような状況のもとで必要となる機能、すなわちネットワーク内に分散したいくつかのデータベースを自由にアクセスするための手法をDDBA (Distributed Data Base Accessing) とよんでいる。

このようにコンピュータ・ネットワークは問題解決や業務処理のための情報処理を容易にすると同時にその範囲を拡大することによって、情報システムの変革したといえよう。実際、上にあげたような情報処理という観点からコンピュータ・ネットワークの利用形態をとらえることもできる。

また、一方では次節で詳しく述べるように情報流通システムの装置としてコンピュータ・ネットワークの利用をとらえることもできる。この情報ネットワークにおけるコンピュータ・ネットワークでは個々のコンピュータがデータバンク的な機能を果たすことになり、コンピュータ・ネットワークとデータベースの関係はその利用形態からも重要な問題となろう。

コンピュータ・ネットワークの効用は上にあげたような分散したいくつかの資源を利用してひとつの問題の解決にあたる事が可能になることである。たとえば図3-2の例ではコンピュータAが、コンピュータBのデータベースから必要なデータをアクセスし、適当な情報処理をおこない、結果をコンピュータCの周辺機器に出力している。

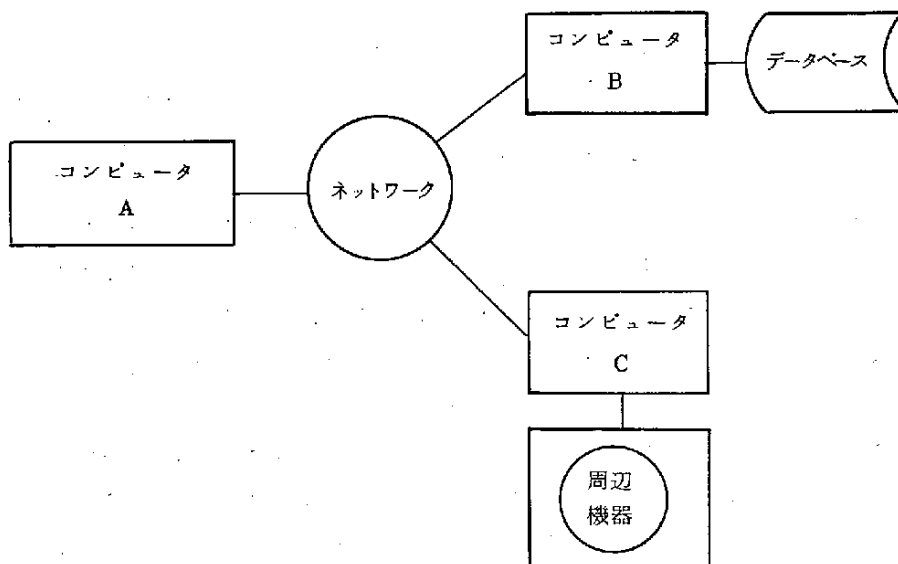


図3-2 資源の複合的利用

このようなコンピュータ・ネットワークに組み込まれた資源の複合的利用形態はARPANETにその実例をみることができる。この例では利用者が作成したファイルを超大型コンピュータのあるカリフォルニア大学に転送した。ここで大型コンピュータの能力を生かした処理をおこない、その出力結果をUSCとイリノイ大学へ転送した。USCではこの出力をもとに等高線図を作成し、イリノイ大学ではグラフィック・ディスプレイをもちいて作図をおこなった。

コンピュータ・ネットワークはTSSの延長としての役割のほか、資源の共用による有効な情報処理系あるいは情報コミュニケーション・システムの役割をもっているが、このような利用形態の機能を十分に生かすにあたっての技術上の問題点については3.1.3節で詳しく述べる。

3.1.2 情報ネットワーク

コンピュータ・ネットワークを別の側面から眺めるとコンピュータ・ネットワークは「コンピュータによる情報のコミュニケーションと処理の体系を構成する3つの要素としてデータ通信ネットワーク・コンピュータ・ネットワーク、および情報ネットワークがある、これらを図示すると次図のようになる。

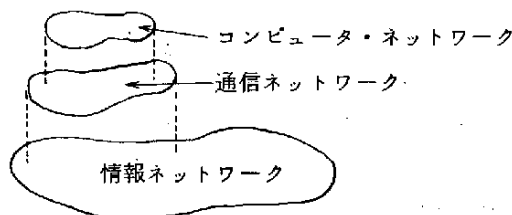


図3-3

データ通信ネットワークはデータを伝受するために用いる通路としてのネットワークである。このネットワークは伝送ライン、集信装置およびスイッチング機構などから構成されるもので、情報処理のための機能とは分離しておく。現在もっともよく普及しているデータ通信ネットワークは電話回線網であろう。したがって音声によらない情報の伝送もこの電話回線網をもちいておこなわれることが多い。もちろんこのようなデータ通信のためには従来とは異なった集信装置や信号がもちいられる。

コンピュータ・ネットワークは先にも述べたとうりいくつかのコンピュータ・システムを結合することによって資源の共用をおこなうネットワークである、また情報ネットワークはある目的をもって情報を交換するためのネットワークである。資源共用の第3の利用形態としてのデータ・シェアリングでも融れたように、情報ネットワークはコンピュータ技術とは独立に発展してきている。古くは図書館が情報ネットワークの拠点として情報の流通をになってきたし、最近では専門化した情報が複雑な流通過程を通して伝受されている。このような情報ネットワークをコンピュータ・ネットワークやデータ通信ネットワークの上で実現しようというのが最近の傾向である。

コンピュータ・ネットワークを利用した情報ネットワークにおいては、流通の対象となる情報の内容や型式は利用者にとって重要な意味をもっている。そこでネットワークを通してコミュニケーションされる情報の発生と組織化の問題がある。すなわち発生した情報をどのような形で記述整理し、蓄積しておくかということである。情報ネットワークを通して利用者が情報を利用するにあたっては、

データベースへのアクセスが可能であると同時にデータの内容がどのようにして作成されたかを知ることが重要である。

情報ネットワークを考える上で見落すことのできないものにデータバンクがある。データバンクの機能は、いくつかの分野の情報を収集整理するとともに蓄積や保守をおこない、利用者に必要な情報をサービスすることである。このような情報サービスは図書館を例にみるまでもなく必ずしもコンピュータによるものではないが、コンピュータ・ネットワークによる資源の共用を考えたとき重要な応用分野になる。現にいくつかの情報サービスはコンピュータ・ネットワークを介しておこなわれている。したがってコンピュータ・ネットワークの普及にともない、ネットワークの要素あるいは情報拠点としてデータバンクが組み入れられることは十分予想できよう。

以下に情報ネットワークにおけるコンピュータ・ネットワークの利用の可能性について述べることにする。ここでとりあげたコンピュータ・ネットワークの適用業務は、利用形態の典型を示すためであり、したがってそれぞれの適用業務の内容については全体的には触れていない。

情報ネットワークの基本的な構成要素としては、データベース、このベースを使用するためのソフトウェア及びハードウェア、ベースを利用者に接続する通信ネットワーク、利用者のノードにおける情報入出力装置などがある。これらの要素から構成される形態を図3-4から図3-6に示す。現在、最も普通な形態は図3-4の集中型ネットワークである。集中型ネットワークは、ただ1個の中央コンピュータが通信システムによる遠隔の利用者ノードと接続されて構成される。この形態は、図書館におけるネットワークでしばしばみられる。

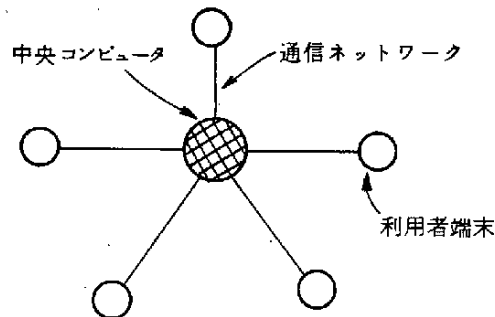


図3-4 集中型情報ネットワーク

分散型情報ネットワークの例としては、National Library of Medicine のネットワークがある。

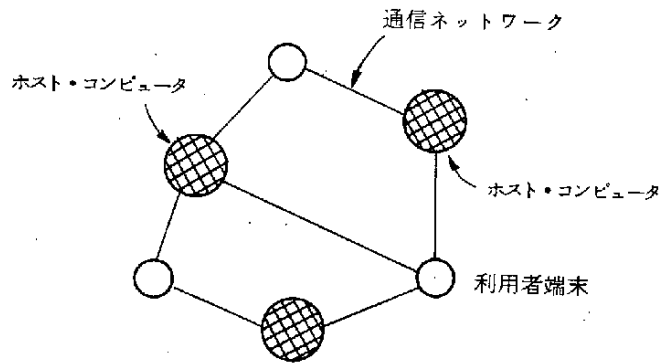


図 3-5 分散型情報ネットワーク

コミュニケーション・ネットワークでは、ネットワークを通して人と人とのコミュニケーションが可能になることに特徴がある。

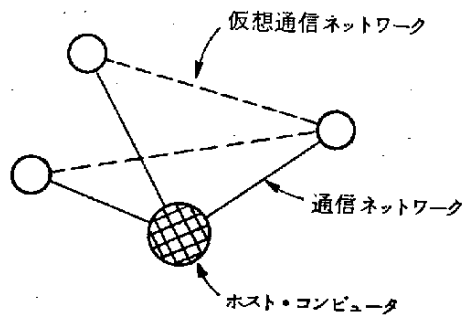


図 3-6 コミュニケーション・ネットワーク

(1) 図書館におけるネットワーク

図書館は古くから情報流通の拠点の役割をになってきた。情報流通機関としての図書館の役割はいうまでもなく書籍という情報媒体を整理保存し、利用者に対して必要な情報提供サービスをおこなうことである。書籍は歴史的にも情報媒体としてもっとも普及しており、その傾向は現在もなお続いているといえよう。図書館を中心とした情報流通の概念は図 3-7 のようになる。

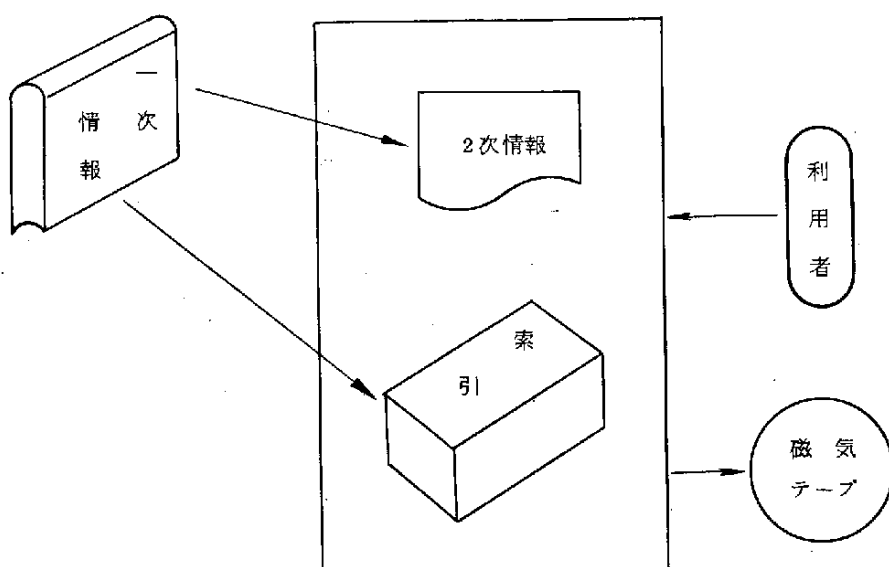


図 3 - 7 図書館の情報流通機構

図からも明らかなように、書籍という形で表現された情報を索引その他の手法を用いて整理しておき、利用者はその二次的情報を手がかりに必要な書籍を入手するという形をとっている。書籍だけでなく資料や論文をも含んだ情報流通の分野では、情報の量の増大とともに索引の整理や検索にコンピュータが利用されてきた。たとえば索引などの二次資料をコンピュータの外部記憶装置に蓄積しておき、利用者は適当な質問文を用いてシステムに問い合せることによって必要な二次資料を得る。この二次資料をもとに一次資料へのアクセスをおこなうという方法である。コンピュータを媒介とした文献の蓄積と検索の技術は文献検索あるいは情報検索という形でコンピュータの適用分野として発展してきた。このような情報検索技術の進展とともに多くの分野の二次資料が磁気テープ上に蓄積され、一般に配布される状況になってきた。現在では医学、薬学、化学、工学、原子力、物理学など種々様々の分野の二次情報が磁気テープを媒体として普及している。

そこで図書館におけるネットワークの利用形態としては、専門分野ごとの二次資料を蓄積しているデータベースをコンピュータ・ネットワークに組み入れることによって、ネットワークに結ばれている任意のコンピュータや端末機から必要な資料がアクセス可能にしておくことになろう。もちろん得られた二次資料から対応する一次資料へのアクセスも何らかの形で可能になっていることも必要である。とくに医学関係の情報をあつかつている米国のMEDLARSはTYMNETネットワークを通してアクセスが可能になっている。このように図書館におけるネットワーク利用はデータバンク的な利用形態をとる。データバンク的な利用形態をもつネットワークは図 3 - 8 のようになる。

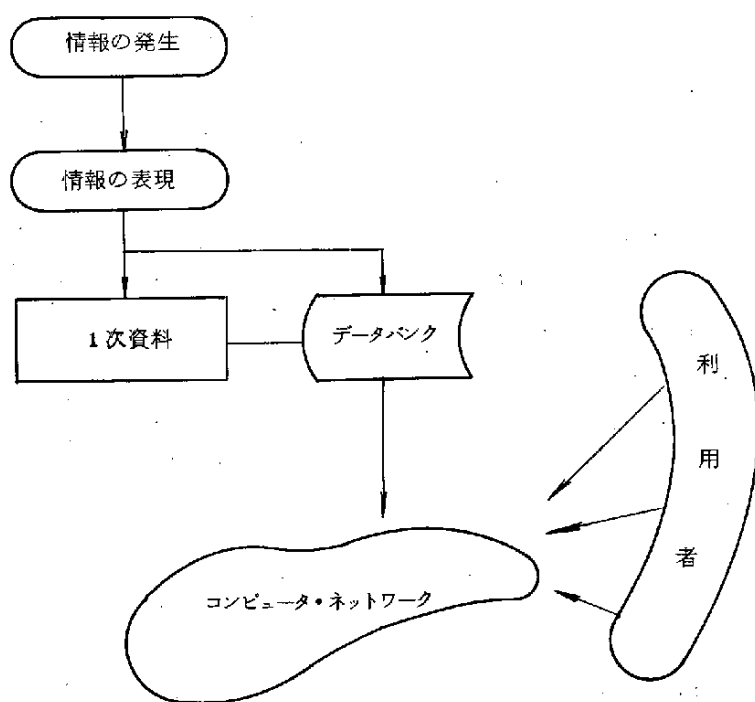


図 3 - 8 図書館におけるネットワーク

一般的に、データベースやコンピュータ・ネットワークを媒介とした情報のコミュニケーションにおいては、情報作成者（情報提供者）と情報利用者とが独立で不特定多数になる。このような状況のもとで質のよいコミュニケーションはどのような形態のもとにおこなわれるかということは大きな問題である。これは情報の記述や表現、あるいは整理の問題でもあり、いいかえれば言語の問題ともいえる。とくに2次情報を媒介としたコミュニケーションにおいては1次情報に含まれている情報をできるだけ保存した形で2次情報を作成する考慮が必要である。

さらにコンピュータ・ネットワークのデータベースの利用形態においては機密保護やプライバシーの問題がある。すなわち一般に公開できないデータや、特定の組織体においてだけ利用するようなデータをコンピュータ・ネットワーク内でどのように処理するかという問題である。これらの問題はネットワーク設計上の技術的な問題にとどまらず、社会的な問題として社会的な観点から眺めることによる解決策が必要となろう。

(2) 航空業務におけるネットワーク

航空業務におけるコンピュータのネットワーク的利用としてはつぎのようなものがある。第1は座席予約システムである。第2は乗客や貨物の受け入れと運搬のためのシステム管理である。第3はフライトに関する情報と運航管理のためのシステムである。このようなシステムには信頼性と迅速性が

とくに要求される。英国のBEAの例では独自のコンピュータ・ネットワークを用いて上に挙げたようなシステムを構成しているが、そのネットワークに何らかの事故が発生したときには郵政省のネットワークを代替的に利用できる体制をとっている。

さらに航空業務のための種々の情報はひとつの組織体内で閉じたものではなく、ほかの組織体の情報と密接な関連をもっている。たとえば座席予約システムや、乗客と貨物に関する情報システムをみても明らかである。そこで航空業務のためのコンピュータ・ネットワークの大きな特徴として、いくつかのコンピュータ・ネットワークの結合があげられる。実際SITA (Societe Internationale de Telecommunication Aeronautique) という機関は、航空業務にたずさわっている162の組織体で構成され運営されている。

SITAはハイレベル・ネットワークという高位のネットワークを構成している。各組織体のネットワークはこのハイレベル・ネットワークを介して結合されている。たとえばBEAの情報システムであるBEACONとSITAハイレベル・ネットワークの関係をみると図3-9のようになる。

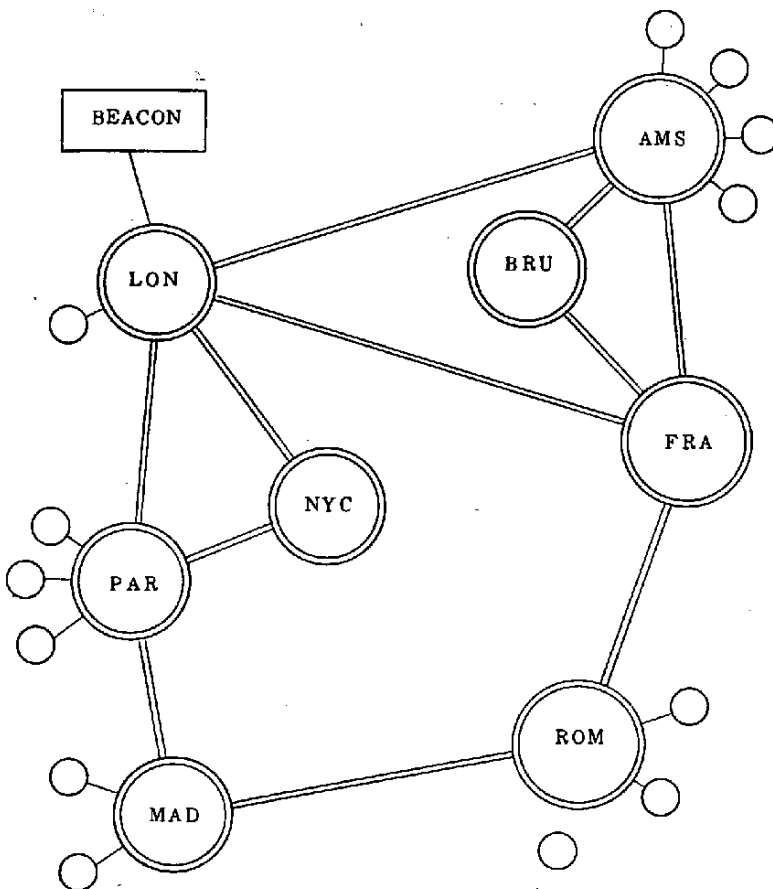


図3-9 ハイレベル・ネットワーク

図にあらわれる2重線がSITAハイレベル・ネットワークであり、2重丸がSITAハイレベル・センターである。また1重丸はSITAの提供している衛星コンピュータと周辺機器である。このように、いくつかのコンピュータ・ネットワークを結合することによってより大きなネットワークを構成していく利用形態は航空業務にとどまらない。

航空業務における主なネットワーク利用の分野は上に述べたとおりであるが、このような分野の情報はほかの業務の情報とも関連をもっている。たとえばホテル予約業務や貨物管理業務のシステムとは密接な関連をもつ。そこで将来複数業務のネットワークとの結合が考えられる。複数業務間コンピュータ・ネットワークを航空業務中心にみると図3-10のようになる。

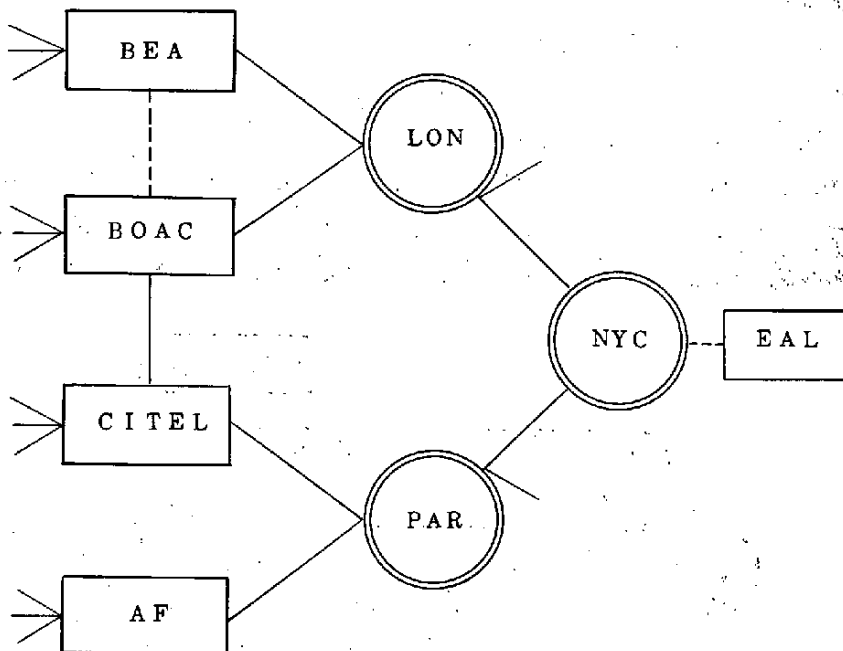


図3-10 複数業務間ネットワーク

図において点線はARINC(米国におけるSITAのようなネットワーク)によって結ばれていることをしめしている。またCITELはホテル予約のネットワークであり、EALはEastern Airlineの貨物管理システムである。このようにいくつかのネットワークが結合されると、ある地点からほかのある地点へ伝送されるメッセージはいろいろな経路をたどることが可能になる。同時に、いくつかのネットワークを経由して必要な情報を獲得することも可能となる。

このような利用形態をとるネットワークには銀行におけるコンピュータ・ネットワークなどがある。

(3) 医療におけるネットワーク

市とか地域とかの組織体における医療業務は全構成員が妥当な費用で質の高い診察を受けられることを目指している。ところが組織体における地理的面積の拡大と人口の増加にともない、全構成員に対する公平な質の高い医療サービスをおこなうことが難しくなっている。このような状況のもとに

医療サービスのためのコンピュータ・ネットワーク利用が検討されている。ここでは米国アリゾナ州でおこなわれているコンピュータ・ネットワークの医療サービスへの利用研究を中心に解説する。

医療サービスの分野での情報の種類あるいはコミュニケーションの方法にはつぎのようなものがある。第1は専門医師と現場医師との間におこなわれるものである。これにはある症状や病気などに対する治療法に関する情報のほか、医学上の新しい知識を現場医師が得るための情報もある。このような情報のコミュニケーションをネットワークを通して円滑におこなうには、分野ごとの専門医師集団がネットワークを通してアクセスできること、および必要な情報が正確にコミュニケーションされることが必要である。特に外科医にとっては画像情報が重要な意味をもっている。第2はあらゆる種類の患者に対して診察と治療が可能となるような大規模医療施設や地域に点在する小規模医療施設がネットワークに結ばれており、そのような施設の資源に関する情報がネットワークを通して常に得られることである。第3は急な患者に対する処理が迅速におこなえるように、ネットワークを通して、適当な救急措置の指導と施設の案内状況が把握できることである。第4に患者の治療にあたってはその患者の過去の病歴が大切な役割を果たすことがある。そこで地域内の患者の病歴がネットワークを通してアクセスできることが望ましい。このほかにも各種テストのための試験所との結合などもあると思われる。上に述べた要素の間の結合関係を図示すると図3-11のようになる。

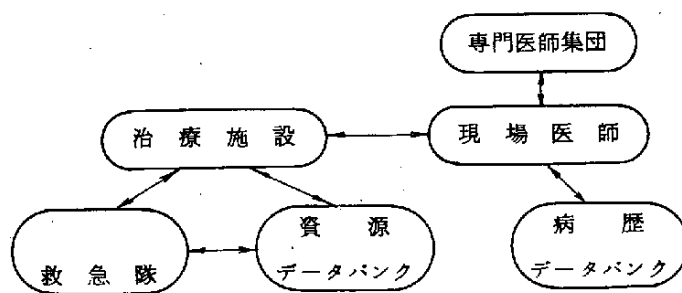


図3-11 医療におけるネットワーク

以上のことから明らかなように、医療におけるネットワークの特徴として図形情報やアナログ情報を含んだ多様な型式の情報がコンピュータ・ネットワークを通してコミュニケーションされよう。

(4) 教育におけるネットワーク

各国におけるコンピュータ・ネットワークの現状をみると、大学でのネットワークが多く開発されている。ノスカロライナ州のTUCC (Triangle Universities Computation Center)、ミシガン州のMERIT、カリフォルニア大学のOctopus、同じカリフォルニア大学のDCSなどがこの例であり、わが国においても京都大学のKUIPNETなどの例がある。

これらの5つのネットワークのうち前2者は大学間コンピュータ・ネットワークであるのに対し、後3者は学内コンピュータ・ネットワークの形をとっている。

大学においては種々の研究のために古くからコンピュータが導入され、単体的利用あるいはタイムシェアリング的利用の形態でサービスがおこなわれていた。

わが国においてもいくつかの大型計算センターが設置され研究のための情報処理サービスをおこなっている。このことから研究のためのコンピュータ・ネットワークは、研究者に対しより豊富な情報処理手段を提供するという意味で、従来のコンピュータ利用の延長にあるといえる。

教育や研究の分野ではコンピュータを利用して種々の問題を解決することが要求される。したがってこの分野でのネットワークには、コンピュータ、ソフトウェア、周辺機器、およびデータベースなどに関して豊富な資源を有すると同時に、高度な資源の共用形態が考慮される必要がある。

米国の各大学で組織されているEDUCOMでは教育研究のためのネットワークを設計するにあたっての考慮点を指摘している。まずネットワークを、利用者ネットワーク、データ通信ネットワーク、補助ネットワークの3つに分類する。補助ネットワークは利用者ネットワークとデータ通信ネットワークとの間をとりもつネットワークでありつぎのような機能をもっている。

- (1) コードの標準化
- (2) 基本的な利用者プロトコルの作成
- (3) 集中的アカウントィング
- (4) 文書化と利用者サポート
- (5) 計算サービスの利用者開発
- (6) コンピュータ間のハードウェアおよびソフトウェアのインターフェイス提供
- (7) データ通信ネットワークと利用者ネットワークとの間のコミュニケーション

(5) 株式取引情報におけるネットワーク

AutEx社は、株式取引情報の提供を目的としたオンライン・リアルタイム取引情報サービスを行っている。このシステムは、株式証券および商品の買い手と売手とを結びつける役割を果たしている。同社の利用者は、2種類に大別される。すなわち、①卸売業者は、それぞれの取扱い商品の相場に関する情報の提供をうけており、②ブローカー及び金融機関は、各種証券に関する情報の提供をうけている。大多数のユーザーは、それぞれ自分の端末機を持ち、リース回線あるいは電話交換回線を通じてシステムに対するアクセスを行っている。

また、Bunker Ramoも自社の契約者に、株式の価格情報及びダウジョーンズ誌に公表されている企業のニュースなどをオンラインで提供している。なお、わが国においても、市況情報センターがこれとほぼ同じような情報の提供を行っている。

(6) 時事通信におけるネットワーク

コンピュータ・ネットワークの利用方法の新しい分野の1つとして、時事通信の例がある。この1例としては、MITREが編集し、オンラインで配布しているARPANETニュースがある。このニュースは、最新のARPANETの進展、状況報告、及びオンライン・インタビューなどがもりとまれている。

ネットワークをこのように利用することは、一見技術的には程度が低いようではあるが、コンピュータ・コンファランスなどにもいづれ通じることにもなり、情報ネットワークの利用方法として極め

て有意義なものの1つであろう。

これまでにコンピュータ・ネットワークの利用的側面として、ネットワークがいくつかの業務でどのような形で利用されるかをみてきた。

もちろんとりあげた業務においても、ここで触れた利用形態にとどまらずこのほかにもいろいろな形でコンピュータ・ネットワークを利用するであろう。

しかしネットワークを利用する業務によってネットワークの構成的側面に影響をあたえることはいくつかの例からみはつきりしている。たとえば迅速な処理あるいは早いターンアラウンドを要求する業務、図形情報などの特殊な情報のコミュニケーションを要求する業務あるいは、大量なデータの伝送を要求する業務などがある。

一方データバンクを結合したコンピュータ・ネットワークによる情報ネットワークでは、情報の表現や内容などの問題のほかに、機密保護やデータの保守の問題がある。

3.1.3 現存するコンピュータ・ネットワークの問題点

世界各国においては2.3で述べたように各種のコンピュータ・ネットワークの計画や実験がおこなわれている。とくにコンピュータ・ネットワークの先駆ともいえるべき米国では商用のネットワークがすでに稼動している。またヨーロッパでは国家間にまたがるコンピュータ・ネットワークの構想が実現に向かっている。

この節ではこれら現存するいくつかのコンピュータ・ネットワークについて、利用からみた問題点の検討をおこなう。

(1) 高レベル・プロトコルの不備 (ARPANET)

ARPANETは、パケット切替え技術の可能を調査する研究活動として始められ、数多くのARPA支援研究プログラムに対して遠隔資源へのアクセスを提供する実用的ネットワークへと発展した。

ARPANETの利用方法には、強力なタイムシェアリング・システムへの遠隔地からのアクセス、大型コンピュータのサブルーチンの使用、およびファイル転送がある。これらの手法を複合的に利用することにより、コンピュータ・ネットワークに結合された個々のコンピュータ・システムの能力や機能を十分に活用しながら問題の解決にあたることを可能としている。また、ARPANETのもう一つの用途として、人対人の通信機能がある。この機能を用いると、広く各地に分散しているネットワークの利用者が相互のコミュニケーションが可能にある。

しかし、ARPANETはもともとネットワーク技術の研究を目的として設計されたものであり、このためそれに伴ういくつかの問題点がある。この内、最も重要な問題の1つとして、ネットワーク内に高水準の相互作用に関する基準（プロセス間あるいはプロセス利用者間）がないことがあげられる。このため、ネットワーク内には数多くの資源があるが、それらの資源を利用するためには、利用者はそれぞれに対応した利用言語を使用しなければならない。またネットワーク内のどこにどのような資源があるかということも知っている必要がある。このことは言い換えれば、ARPANETが異機種間のネットワークであるにもかかわらず、高レベルのプロトコルを欠いているためである。

また、ARPANETにおいては、ネットワークの能力を今後大規模に増大することが困難である。

ARPANETはIMPを利用することによってネットワークを拡張していくことが可能であるが、それには限界があり200程度のノードまでである。この理由は、各IMPがネットワークのあらゆるIMPを記述する表を収容しなければならないことによる。この表は、IMPのコアがすぐに一樣になるため、無制限に大きくすることはできず、また表が大きくなると処理時間が飛躍的に増加する。

また、ARPANETにおいては端末機を結合する場合はTIPを通して組み込まれることになる。ところが端末機の種類はきわめて多く、TIPはそれらとのインターフェイスをもっていなければならない。一例としてTIPが、それに結合されている端末機の文字を処理するのに要する時間は、親メッセージの一文字を処理する時間の約11倍となっている。この処理時間はTIPがより多種類の端末機を結合可能にすれば、ますます増加することになる。これにともないTIP利用者の一部にはミニ・コンピュータを端末機側に取り付けることも考えられるが、この場合にはTIPがオーバー・ロードになることもあろう。

(2) 端末機の多様化による結合の困難 (TYMNET)

TYMNETの主な目的としては、TYMSHARE社の商業用タイムシェアリング・サービスを維持するための遠隔アクセスの提供、自らのコンピュータ利用者に対する端末機アクセスの提供などがある。

TYMNETの利用形態にはつぎのようなものがある。ひとつはTSSサービスの延長上にあるもので遠隔地から中央の親コンピュータをアクセスし問題を解決することである。またオーダー・エントリや在庫管理などの業務処理もTYMNET経由でおこなうことができる。さらにTYMNETの大きな特徴としてデータベースとの結合がある。すなわちTYMNETの中にデータベースを含んだ情報検索システムを組み込み、ネットワークを通して遠隔端末機からのアクセスが可能になっている。

しかし、TYMNETにはつぎのような問題点がある。ひとつは端末機の多様性である。この問題はARPANETでもTIPインターフェイスの面からとりあげたが、TYMNETにおいても多種にわたる端末機のネットワークへの結合は困難である。また先にも述べたようにTYMNETは低速アクセスを基盤に設計がなされたが、適用業務や利用者の要求の拡大にともない高速アクセスが要望されている。さらに現在のTYMNETでは満たされていない機能にRJEと高レベル・プロトコルの問題がある。高レベル・プロトコルには利用者がネットワークの構造とは独立に問題を解決できるための言語のほか、コンピュータ間のプロトコルや端末機間のプロトコルが含まれる必要がある。

(3) 負荷の増大 (MERIT)

MERITは、プロットタイプの教育用コンピュータ・ネットワークであり、3つの大学の計算および教育資源の強化を図るために開発された。ネットワークの主な機能は、ロードシェアリングというよりはむしろリソースシェアリングに相当しているといえよう。その理由は、各センターが特殊化したリソースを持っていることにある。ミシガン州立大学は大型科学コンピュータ(CDC 6500)を、ミシガン大学はすぐれたタイムシェアリング・システムを、またウィシコンシン州立大学はすぐれた管理処理システムをそれぞれ所有している。

MERITの利用形態にはRJE、会話処理およびバッチ処理がある。ところが利用者は他の場所

にあるコンピュータを利用するにあたって自己のコンピュータを媒介としなければならないという問題がある。このことは端末機利用者に対して二重の請求をおこなうことになる。すなわち端末機と結合しているコンピュータも、目的とするコンピュータとのインターフェイスの働きをすることになり負荷をおうことになる。この問題を解決するためには端末機から直接ネットワークをアクセスできるようにすることが必要である。

(4) 信頼性の欠如 (COINS)

COINSは、バケット・スイッチング方式を古くから採用しているコンピュータ・ネットワークであり、ネットワークの利用は、3つのコンピュータに配布されたデータベースへのアクセスが主である。高レベルのプロトコルは用意されていず、このためネットワーク内のあるノードの下で、他のコンピュータの使用を望む利用者は、目的とするコンピュータの詳細を知らなければならない。したがって、ネットワークの管理者は利用者サービスを多面にわたって供与する必要がある。

さらに端末機から直接ネットワークを通して目的とするコンピュータをアクセスすることができず、端末機を結合しているコンピュータを媒体としなければならない。

このほかに集中型構造をもつネットワークの本来的な弱点がある。すなわち中央の制御コンピュータの故障がネットワーク全体を使用不可能にすると同時に、ネットワーク内を流れるすべてのデータが中央の経過を通ることによる過負荷状態を発生しやすいことである。

以上いくつかの現存するコンピュータ・ネットワークについて利用からみた問題点を検討してきたが、これらをまとめるとつぎのようになる。

第一は高レベルのプロトコルの設計である。現存する多くのコンピュータ・ネットワークでは目的とするコンピュータ・システムを利用するために、そのシステムを使用するための言語を利用者が知っていなければならない。コンピュータ・ネットワークに結合された豊富な資源が有効に利用されるためには、一般利用者向の高レベル・プロトコルの設計が必要である。

第二にはネットワークを全体的見地から如何に効率よく運用するかという問題である。これには資源の配置の問題、メッセージの通る経過を選択する問題、利用から要求のあった仕事を適当なコンピュータに配分する問題などがあり、現在ではまだその有効な解決策が開発されていない。

第三はネットワークの信頼性の問題である。コンピュータ・ネットワークは今後量および質において増々拡大していく傾向にある。この傾向は単にひとつのコンピュータ・ネットワークが要素としてのコンピュータ・システムや端末機を増やしていくだけではなく、いくつかのコンピュータ・ネットワークを結合することによりネットワークが拡大していることにもうかがえる。すなわち情報処理システムあるいは情報コミュニケーション・システムとしてのコンピュータ・ネットワークが閉じた組織体から開いた組織体、あるいは特定の利用者集団から不特定の利用者集団へと、その利用者の範囲を拡大しつつある。このような状況においては情報が正確に、かつ必要な目的地にだけ到達し処理されることが不可欠な要請となる。

3.2 ネットワーク形成の方向

3.2.1 コンピュータ・ネットワーク形成の考え方

日本に於けるコンピュータネットワークのシステム構成を考える時、考え方として2つの方法論がある。

1つは、先に道路を引く方法であり、他の1つはニーズを全部調査しそのニーズに適したネットワーク形態を考えることである。先に道路を作る方法は、技術的あるいは空間的配慮が主となって、そのネットワーク形態が決定され、又ニーズから帰納的に作りだされたネットワークは、利用面からの機能が強調されたネットワークが作成されよう。

しかしながら、現実的にネットワーク形成を考える時には、空間的配慮と、ユーザーのニーズとの両方を局部的に満足させる必要がある。

コンピューターネットワークと従来発展してきている電話網との比較を行うことはネットワーク形成の方向をみるうえで興味あることである。

電話網は、各国殆んど同じような発展経路をたどっている。最初は非常にクローズされたエリアの中で網状のネットワークができ、そのトラフィック量が多くなるに従って、交換機能が増大しスター型網あるいは多段スター型網というような発展をとげてきた。

地域的な網状ネットワークからスター型あるいは多段スター型ネットワークへの発展の契機はポイント相互間の利用がどの程度あるかに起因している。すなわちどのような中継交換方式を考えればトータルコストが最も安くなるかという検討に基づいて多段スター型網という風に発展してきている。ところが現実にはあまりスッキリした形のネットワークにはなっていない、総括局、中心局、集中局、端局の4つの局段階になっている。さらに、その相互に利用の多いところには斜め回線というものを設定している。従って全体として論じる場合にははっきりした集中型の網になっているといえるが現実には各国とも斜め回線がめぐらされていて、複雑なネットワークになっているのが現状といえよう。

この総括局の位置は、日本は札幌、仙台、名古屋、金沢、大阪、広島、福岡という配列になっており、殆んど日本列島の構造に従って弓形に並んできている。それに従って基幹回線網も張られている。

一方、アメリカの総括局は、カナダの2つを含めて広いエリアの中に点在するように配置されている。全部で12の総括局が存在している。

この電話網をふまえてアルパーの発展してきた経緯を考えてみると、最初5ポイントから始まって現在は40ポイントをこえている。ARPANETの考え方はある意味では自然発生的な考え方で、そのつとトポロジーを決定している。現在ARPANETでは非常に簡単な手続きでトポロジーが変えられるようなソフトウェアが開発されている。

ちなみに、今後さらに参入するホストが多くなった場合にどういう形態になるだろうかというのは興味のあることである。ひとつの推測としてホストが地域的に増えてくるようなところには、やはりある程度総括局的な機能がもたされてくるのではないかと考えられる。

日本とアメリカとの地形的な差異を考えると、アメリカは平面上に高密度都市というか需要の発生するところが点在するが、日本の場合には太平洋岸に一線上に並ぶ傾向が強く、しかもこういうコン

ビュータ・ネットワークに対する需要を想定すると、東京、大阪が2大ポイントになることが予想されよう。実際現在のコンピュータの導入状況をもても60%以上が東京、大阪に集中している。従って、潜在需要的には、東京、大阪に発生し、それから名古屋、福岡、札幌という総括局に近いところに需要は発生するのではないかと推測される。

日本は米国のように国土の広がり少ない線に近い構造である。したがって当初より分散型ではなく、ハイアシキーな集中型ネットワークを採用する利点もあろう。ひとつの理由は例えば東京圏内のネットワークを考えた場合回線コストは分散型が有利であろうが、IMPのコストがトータル的に高くなることが予想され、全体としては集中型の方が有利であろうと考えられることである。もうひとつの理由は、東京と大阪にインプが集中し、その間の通信が相当量であることを考えると、東京、大阪それぞれにセントラルIMPに相当するIMPが発生するであろうことが予想される。

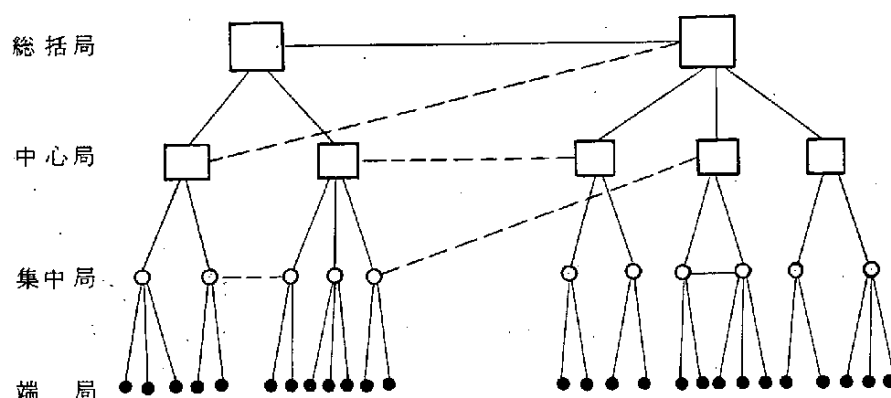


図 3 - 1 3 日本の電話回線網

上に述べた電話回線網とのアナロジー及び実際にユーザーのコンピュータ・ネットワークに対するニーズ調査を踏まえここでは、情報ネットワークをいくつかの空間的サブネットに分割し、そのサブネットに情報拠点なるものを設置する考え方を提示する。

3.2.2 サブネットの構築

サブネットは、コンピュータの利用目的が似かよっているユーザ群によって構成される。

全体のネットワークは、このサブネット（あるいはサブネット群）と、他のサブネットとを結合することによって構築される。

このサブネットあるいは、サブネット群への分割方法は多数存在すると考えられるが、以下の議論のためと単純化して次のように分割することにしよう。

サブネット群

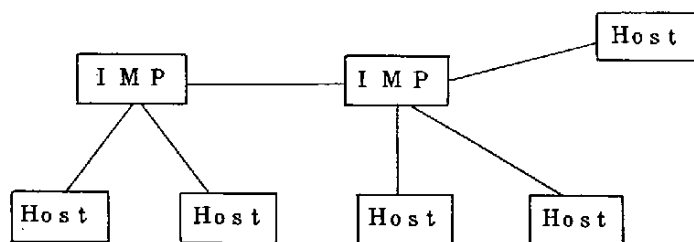
- ① 官 庁 サブネット
- ② 業 界 サブネット
- ③ 企 業 サブネット
- ④ 大 学、研究機関 サブネット

⑤ その他

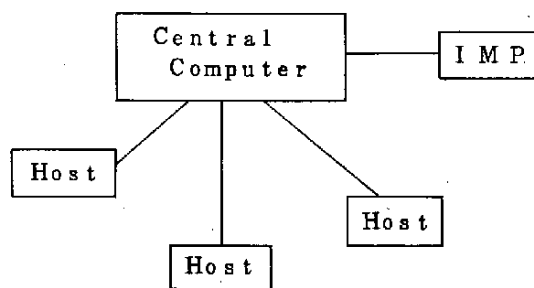
ただし、ここでいうサブネットとは必ずしも ARPAnet のサブネットを意味していない。サブネットの中の構成としてはコンピュータ・ネットワークが存在するものから、サブネット単体まで幅広く存在する。

サブネットの構成として次の3種類が考えられる。

(1) ARPA型の結合したもの



(2) 中心にコンピュータを設置したもの



これはHost からCentral Computer へのアクセスはあるが、Central Computer を介してのHost to Host のアクセスは一般的に考えない。

ただし、このCentral Computer と他のサブネットとの通信は可能である。1種のハイアラキー構造といえる。

(3) 上の(1)、(2)の複合型の構造

3.2.3 リソース・シェアリングとサブネット

リソースシェアリングの3つの形態は次のようである。

① ロード・シェアリング

必要に応じて、ネットワーク内の他のコンピュータが使用可能であり、一日を通じ、システムロードを平均化する。

しかし日本の場合、時差が少なく、ピークが重なる方向にあるのでロードの平均化は余り期待できない。

むしろ需要は少なく、需要があってもサブネット内で処理されることが多いと思われる。

② ソフトウェア・シェアリング

ネットワークを通じて、他のセンターのソフトウェアを利用することにより、必要なソフトウェアを新たに開発したり、改修する手間を省ける。又ソフトウェア開発コストも削減できる。

しかし、日本の場合、個々がソフトウェアを開発する意識が強く、ネットワークができてでも Subnets level での利用面が多いと思われる。

③ データ・シェアリング

ネットワークの先の各ユーザーは、それぞれのユーザーが蓄積したデータをネットワークを通して自由にアクセスできる。

これはデータコードの整備に伴い、発達しよう。

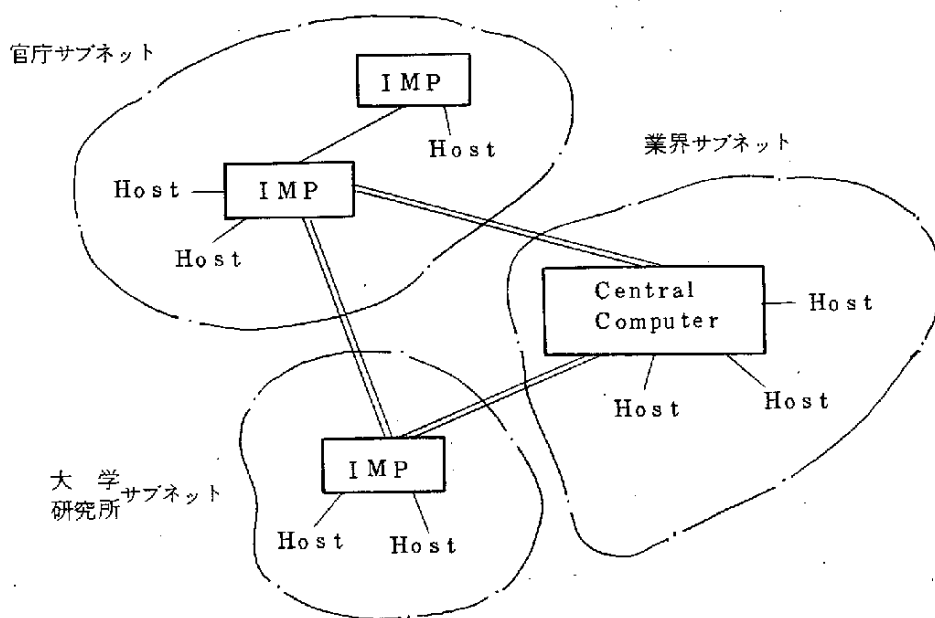


図 3-14 コンピュータ・ネットワークの形態

3.3 ネットワーク形成の展開

3.3.1 業界サブネットの構成

業界サブネットの構成は図 3-15 のようになる。それぞれの業界サブネットの内部にそのサブネットの情報の中核となる情報拠点があり、その情報拠点と各企業の Host Computer とが結ばれ業界内部での情報流通が行なわれる。また、業界間で情報の伝達を行う場合は、情報拠点間を結合して情報交換を行う。

情報拠点の構成としては、中央に Central Computer を設置し、その計算機に ARPA の IMP のような機能が追加されている。

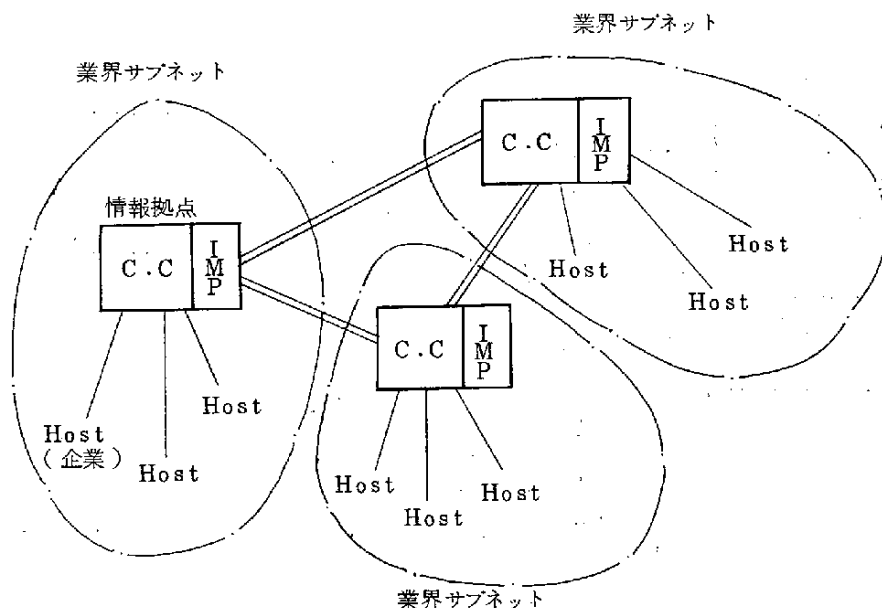


図 3 - 1 5 業界サブネットの構成

業界サブネットの中心的存在となる情報拠点の機能は大きく変わると次のようになる。

① ARPA型のIMPの機能

これはサブネット間の通信に使われる。

② ARPA型のTIPの機能

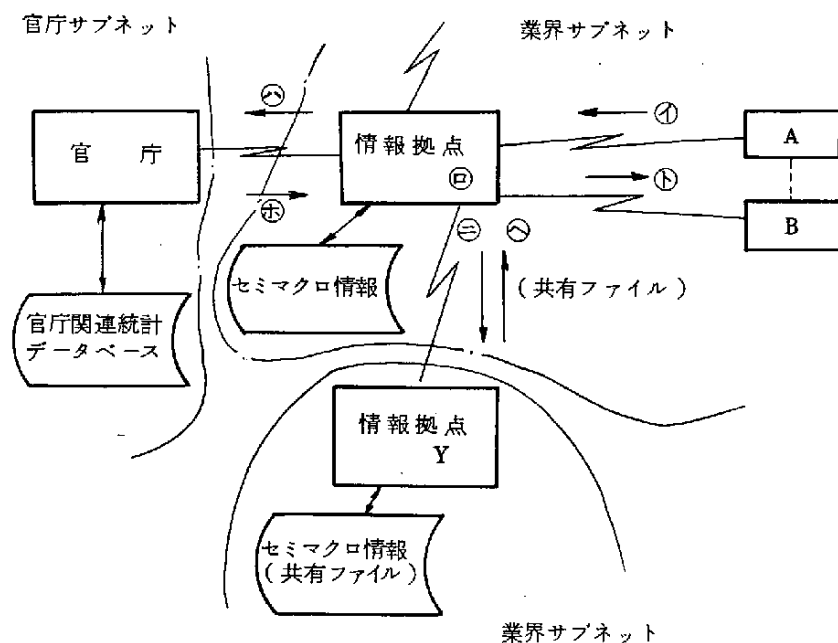
これは業界がいくつかの中小企業から成り立っている時RJEの機能をもつ。

③ Central Computer としての業界情報の蓄積サービス

(1) IMPの機能

官庁の情報ファイルあるいは他業界の情報ファイルをネットワークで結び、各企業の要求に応じた情報を転送する。

これは、各企業が、官庁の関連統計、あるいは各業界の情報拠点に集収されたセミマクロ情報を使って、需要予測等行なう場合に利用されよう。情報拠点の機能としては、要求を分析しネットワーク上の必要なデータファイルを読み出し、企業へ転送する機能が必要となる。



- (注) ① A企業から官庁データおよび情報拠点データファイルを読み出すプロトコールを出す。
- ② 情報拠点XのComputerで解説する。
- ③ 各情報拠点、官庁へファイルリードの要求を出す。
- ④ データ転送。
- ⑤ A企業へデータ転送する。

図3-16 ネットワークの利用例Ⅰ

(2) T I Pの機能

業界が、鉄鋼のように大きな企業が多い場合は、自社でコンピュータが所有できるが、繊維のように中小企業が多い場合は、自社でコンピュータを持つことはできない。したがって、情報拠点のコンピュータが、各社に端末機を設置し、端末から計算機処理を経済的に行なえるようにサービスをする必要がある。

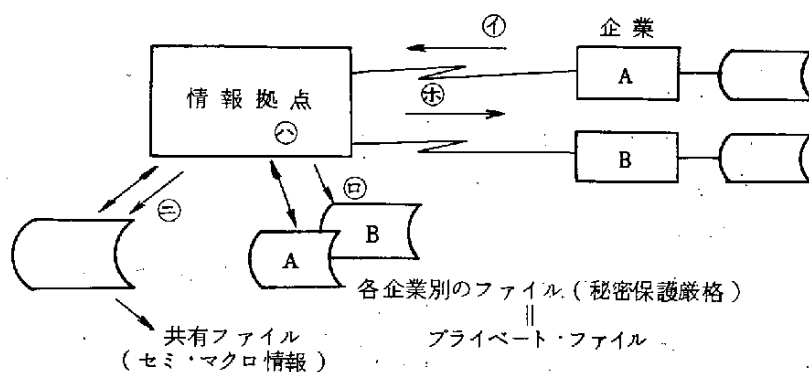
(3) Central Computer としての機能

Central Computer としての機能には次の4つが考えられる。

1) 業界に所属する各社とのヒエラルキー・ネットワークにより各社からのマイクロ情報を集収しセミマクロ情報を提供する。

これは、業界各社のコンピュータのデータファイルにある月間統計データを、情報拠点にある計算機からサーチし、情報拠点にある各企業別のファイルに転送し、各企業から集めた月間統計データを集計処理して、加工結果は、共通ファイルに記入しその結果を各企業のサブファイルへ転送するものである。

リソース・シェアリングの概念から云うとロード・シェアリングにあたる。



注) ① ミクロ情報転送

(企業 → 情報拠点)

② 企業別ファイルへWrite

③ 加工処理

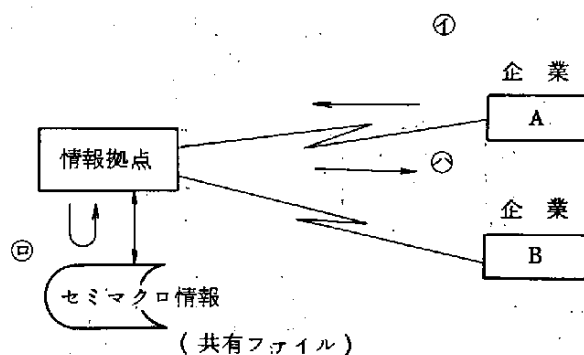
④ セミマクロ情報を共有ファイルへWrite

⑤ セミマクロ情報の転送

(情報収集 → 企業)

図 3-17 ネットワーク利用例II

ii) 情報拠点にある共有ファイルを長期間蓄積し、各企業から検索を行う。



注) ① 情報拠点にあるデータベースに対して、IRの指示を転送

② 共有ファイル Read

③ 企業 Aへ転送

図 3-18 ネットワーク利用例III

iii) ソフトウェアのシェアリング

これは、業界ごとに、各企業が作成したソフトウェア情報拠点のライブラリーに登録して、その業界の各社で相互に共同利用する。ただし、日本の場合は、電々公社のDemo s、電通のMARKIII等が

あるため単独で普及することは難しい。あくまでも i)、ii)、iii) の副産物として、考える必要がある。

iv) 各種予測計算のサービス

これは、情報拠点で、その業界全体の需要予測、経済予測を行い、その予測結果を、情報拠点のファイルにかいておいてサービスするものである。

3.3.2 鉄鋼業におけるサブネット構想

次に例として鉄鋼業界におけるサブネットを考えてみる。

(1) サブネットの全体構成

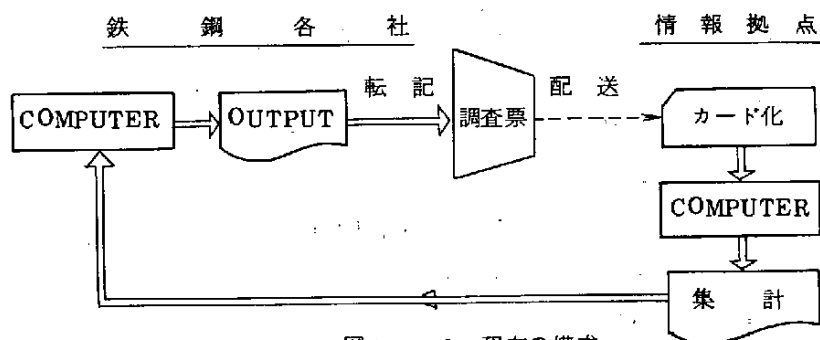


図 3-19 現在の構成

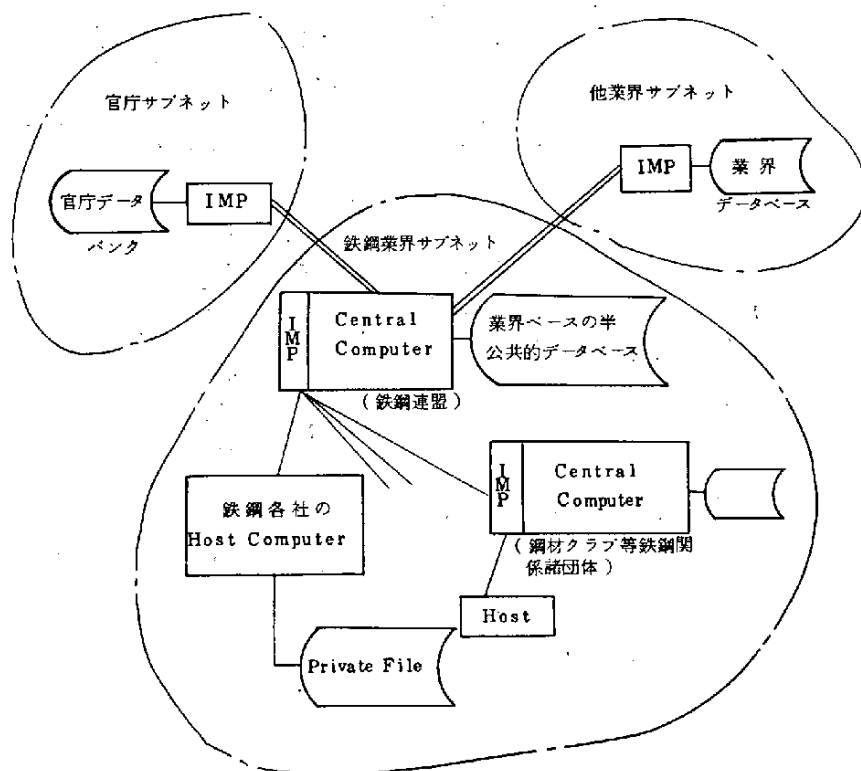


図 3-20 コンピュータ・ネットワークの業界サブネットとしての構成

(2) 業界情報拠点の計算機の行い機能

- ① 鉄鋼各社のプライベート・ファイルからデータを集収し計算機で集計処理を行いデータベースへ蓄積する。
- ② 各HostのIRの要求に答える。
- ③ 官庁情報Subnetsを結合し、官庁データをオンラインで検索利用する。
- ④ 関連業界の計算機とCommunicateを行い相互にデータ交換を行う。
- ⑤ 鉄鋼業界内部での他の情報拠点(鋼材クラブ等)とのデータ流通を行う。

(3) コンピュータ・ネットワークの長所

- ① 現在の鉄鋼各社のComputer Outputを調査票に転記し、カード化してインプットして集計結果を返送するといった無駄がなくなる。
- ② 鉄鋼各社のHostは情報拠点の半公共的データベースをいつ何時でもIRしデータ参照できる。又、他業界のデータ、官庁のデータを利用することが可能となる。
- ③ Hostは、情報拠点のロードをシェアできる。又、経済予測モデル等のソフトウェアを利用できる。
- ④ 鉄鋼業界内部でデータ流通がより迅速に普及する。
- ⑤ 官庁データ、業界内部の半公共的データ、海外データ等の各種データを利用しての政策立案が容易になる。

(4) サブネット構成上の問題点

① 異機種間のインターフェース

新日鉄、日本鋼管：IBM、川崎：UNIVAC、住友金属：NEACなど現在それぞれ異機種のコンピュータを使用している。

② 半公共的データの秘密保護

③ 情報のインターフェース(データの標準化など)

3.3.3 繊維業におけるサブネット構想

つぎに繊維業界のサブネットを考えるとつぎのようになる。

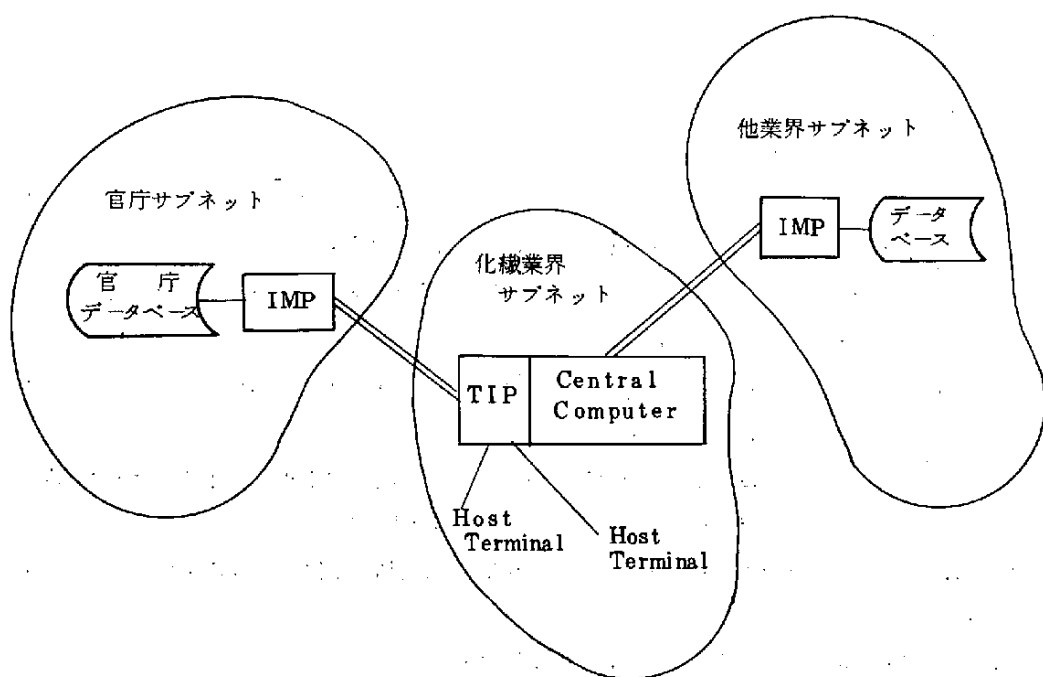


図 3 - 2 1 繊維業のサブネット

(1) サブネット構成上の留意点

① 化繊業界の他業界からの情報集収、官庁情報の集収状態から考えて、他業界とのデータ・シェアリングのニーズは高く充分ネットワークの必要性を満たす。

② 化繊業界が中小企業が多いことを考えると、Host としてのサブネットへの参加は資金的に不可能である。

したがって各企業には端末を設置して端末を介しての参加が望ましい。これはARPAネットでいえばTIPのような設置を情報拠点に考えることになる。

(2) サブネットの機能

- ① 各Host からの情報収集と情報の蓄積
- ② 官庁情報及び他業界情報のシェアリング
- ③ 中小企業に対するRJEのサービス
- ④ Host 端末へのIRのサービス
- ⑤ 経済見通し等のソフトウェアのサービス

3.3.4 IMPの持つべき機能

これまでに述べた事をもとにIMPはどのような機能を持つべきかを考えてみる。基本的にはできるだけHOSTの負担を軽くするようかなりの機能をIMPに持たせる。

IMPのイメージとしては、50以上のHOSTを収容できHOSTからのデータを相手方のHOSTへ送り届けるコンピュータを想定する。IMPの機能として、次の14項目が考えられる。以下

その概略を述べる。

- ① 通信制御インタフェース
- ② ゴード・インタフェース
- ③ メッセージ・インターフェース
- ④ 蓄積機能
- ⑤ 交換機能
- ⑥ トラヒック管理
- ⑦ トラヒックの集束、分散
- ⑧ 代行受信
- ⑨ 記 録
- ⑩ 障害管理
- ⑪ 開始、終了処理
- ⑫ セントラルIMP、又は隣接IMPとの情報の授受
- ⑬ アカウンティング
- ⑭ データの秘密保護

(1) 通信制御インタフェース

異機種間の接続の場合各HOSTごとに、通信方式、通信速度および伝送制御手順の相異が考えられ、特に伝送制御手順についてはメーカーごとユーザーごとにかなりの差異が見られる。

伝送制御手順の差異をIMPで吸収するかどうかは非常に難しい問題であるが、初期の段階においては2～3のパターンにより吸収せざるを得ない。

なお、現在ISOではコンピュータ間の伝送に関するハイレベル伝送制御手順を検討中であり、将来はこの方向に統一されるべきであろう。ISOでは、現在以下の方向で検討中である。

まずオペレーション・モードを定め、各オペレーション・モードごとに伝送制御手順を制定する方法である。

Basic Mode片方向又は半二重

Extension Mode	{	会 話 型
		全 二 重
		ゴード・トランスペアレント
		そ の 他

(2) コード・インタフェース

異機種間接続の場合各HOSTのコード体系には非常な差異があり、これを標準化することは不可能に近い。

IMPにおいて、どの程度のコード・コンバートを行うかは今後検討しなければならないが、かなりの負担になるものであり、ハード分担が望ましい。

(3) メッセージ・インターフェース

異なったHOST間のメッセージをどのように意思伝達するかであり、ネットワーク・コントロールランゲージを確立し、統一されたコマンド等により各HOST間の意思の伝達を行う必要がある。メッセージインタフェースについてはHOST側でかなりの手直しが必要となろう。

(4) 蓄積機能

(5) 交換機能

蓄積および交換機能はIMPのベーシックな機能であり、回線速度、IMPの性能、メッセージ長、その他種々の条件を慎重に考慮、検討して十分な処理能力を確保できるようにする必要がある。

ここではIMPは回線交換とパケット交換を併用することを考えている。

この機能については、ハード・ソフトのバランスをとるように設計する必要がある。

(6) トラヒック管理

ARPAで言われているルート・トポロジー的な考えであり前述の交換機能とからんで効率のよいトポロジーをとる必要がある。これにはシミュレーション等により、種々の条件下のルーティングアルゴリズム、フロー制御を検討しなければならない。

(7) トラヒックの集束、分散

トラヒック管理がソフト的なイメージであるのに対し、ハード的にどのようにトラヒックをコントロールするかの機能である。

(8) 代行受信

HOSTから相手HOSTに、リクエストを出した場合、相手側HOSTが障害あるいはサービス中でない場合に一旦IMPでそのリクエストあるいはデータをストアしておく機能であり、IMPの処理能力上あまり長時間の代行受信機能は好ましくない。

(9) 記 録

粗、密ないくつかの段階の情報をとる必要がある。

必要な情報としては次のものがあげられる。

i) IMPの稼働状況に関する情報

IMPの機能改善、あるいはネットワークの改善につながるものである。

ii) IMPの動作状況(データのやりとり)の記録

障害対策用としてシーケンスの一部始終を記録し、障害探索に役立てる。

10 障害管理

ネットワークで発生した障害には探索困難なものがかかり出てくることが予想される。これらに対処するため、IMPの機能として障害の切り分け機能、回線の特性調査、又、IMPおよび回線障害時のリカバリ機能等を用意する必要がある。

これは前述の記録とあいまって考える必要がある。

(1) 開始終了、処理

通信の開始、終了処理であり、通信制御インタフェースの一部と考えてもよい。

(12) セントラルIMP、又は隣接IMPとの情報の授受

各IMP間で稼働状況の情報等をやりとりしネットワーク全体の統制をとって行く必要がある。

(13) アカウンティング

他のHOST等を利用した場合のアカウンティングをどのステージで行なうかということは今後の検討課題であるが、IMPにもある程度のアカウンティング機能を持つ必要がある。

(14) データの秘密保護

データの紛失あるいは重複などがなく正常に送受信されることが必要であり、また万一そのような事象が発生しても容易に回復措置がとれるようシステムの的に配慮する必要がある。

また、ネットワークはかなり開かれたものであり、故意の悪用あるいは障害等による機密漏えいが考えられる。そのための秘密保持対策は各ホストにもかなりの負担になるが、ネットワークとしても、例えば、コネクションに関するバリディティチェック程度は行なう必要がある。

IMPの持つべき機能については、以上述べた他にマクロ的にみると、ネットワークとIMPを合わせた信頼性の問題とか、ネットワーク自身の効率に関する問題、ネットワークとしての評価の問題等IMPそのものではなくネットワークとしてとらえてゆかねばならない問題が多く残されている。

第4章 社会に組み込まれるべきユーティリティとしての コンピュータ・ネットワーク

4.1 パブリック・ユーティリティ機能としてのコンピュータ・ネットワーク

コンピュータ・ネットワークの最初の発想が異なるコンピュータを結合することによって、互いにその利用価値を高めることから始まったものであるが、ますます複雑化する社会の中において、コンピュータ相互を有機的に結合してゆこうとする要請は増大の一途をたどるものと考えられる。

とくに生活情報、医療情報、あるいは流通情報など国民生活と密接に結びついた情報の利用もすでに具体的なテーマとして検討されており、近い将来何らかの手段で実現されなければならないことを考えるとかなり広範な分野においてコンピュータ・ネットワーク形成の機運が醸成されつつあるといえよう。

すでに前章で述べた通り、コンピュータ・ネットワークは、利用目的が似かよったユーザ群の間で先ず構成される。それは参加メンバーの増加によるネットワーク規模の拡大やその機能の拡大によって他のネットを吸収したり、或いはみずからが分裂したりして、成長する。ある場合には他の機能から出発したネットワークと、何らかのノードを媒介としてつながることにより、それぞれをサブネットとする、トータル・ネットワークが生まれる。またある場合には、1つのネットワークそれみずからが機能分担することにより、いくつかのサブネットの複合となる場合もある。この様相は、社会の中での人間の営みの反映であり、本質的にエコロジカルなものである。

前章まででコンピュータ・ネットワークが社会の中に形成されて行く過程を、過去のいくつかの例の中にみたのであるがここではコンピュータ・ネットワークについて今後問題となるであろういくつかの問題について概観してみることにしよう。

私達の社会において、多くのネットワークがすでに存在し、それぞれの働きを担っている。道路網、鉄道網、水路網、電話網、電力網、物流における配送網等々である。これらは、そのそれぞれの機能に対する社会の要請と技術の進歩によって社会の中に拡大し、構成員の社会生活の中に定着し、その社会のある意味での文化のレベルを示す指標とみなされる。そのネットワークが社会の構成員の全体に拡がり、その機能が社会生活にとって不可欠であるが故にパブリック・ユーティリティである。

コンピュータ・ネットワークも、最初の単なる同様な研究や業務を行う者の間でのソフトウェアやハードウェアの共用から発展して、その機能や範囲を拡大するにつれて第3章にみるようにパブリック・ユーティリティとしての性格を持つ方向に進みつつあるといえよう。

すべてネットワークには、ターミナル・ノードとノン・ターミナル・ノードがあり、ノン・ターミナル・ノードがネットワーク構成のための技術的必要性により存在するのに対し、ターミナル・ノードは何らかの形で人間の社会生活の中へ組み込まれ、人間の営みとネットワークの働きとのインターフェースとしての機能する。

イバシーや機密の保護や資源悪用の防止の問題がある。これらを社会の責任において制度化し、その下で運用を規制すべきだというのである。

これらの諸問題に対し、先ずネットワーク維持における商業主義は、ネットワークの効率を高める上で必要であるといえよう。利用側にとって対価を支払っても利用しなければならぬものでなければ、存在する理由がないし、またコスト／パフォーマンスを無視したサービスが次第に非効率なもの、官僚的なものになって行った例をいくつも見ることができる。しかし一方では、採算ベースに乗らない知的所産もネットワーク構成上必要である。例えばデータベースの信頼性の要素の一つに網羅性がある。データベース内のデータの利用頻度は、データによって異なり、極めて高いものからめったに呼び出されないものもある。年に1回利用されるかどうかわからないデータの保管の損益バランスをとれば、損益分岐点をはるかに下回っているであろう。しかしユーザにとっては、「そのようなデータでも、ユーザが必要としたときには必ず利用可能である」という信頼感が、ネットワークの存在理由の根底を支えているのである。

この問題の解決の道は単純なものではないのかもしれない。また、いくつかの道があるのかもしれない。しかし、ネットワークを構成するための諸技術（ソフトウェアの開発も含めて）の研究開発、ネットワークの中で共用されるべきデータの供給（すなわち収集、分析、機械可読ファイルの構成）そして社会の知的資源のアーカイバル・ファイルの構成と維持など、ネットワークを支える土台となる仕事は、公共機関がみつから携わるか、公共的な資金援助の下で行われ、ネットワークの維持は公正な自由競争原理の下で行われるべきだとするもの、一つの考え方であろう。そして、その公共的な事業と、自由競争の公正さについては常にネットワークの参加者によって監視されているべきである。すなわち、情報拠点あるいはセントラル・ノード、IMPなどの中継ノードの働らきについては、いつでもネットワーク参加者による視察が許されるべきである。機密保護や悪用防止については、先ず技術的に防ぐ手段を構じ、次いで参加者による監視機構を設け、最後には社会の中の自浄力によって解決すべきものではないであろうか。

自由競争の原理は公正に守られねばならない。しかしこれがすべてではない。公共的な力の介入は不可避である。しかしそれが自由競争原理とどう調和すべきであるのか。システムの適正な稼働を調節するための、促進・抑止の力であるべきなのか。これらは、単にネットワークの問題に止まらず、近代経済学の解決すべき問題点である。またネットワーク形成・維持におけるコンセンサスの問題（プロトコル、システム構成、データ特性等、ネットワークが成立するために参加メンバーの間で同意されるべき諸問題）、技術やデータの悪用防止の問題などは、また現代社会の解決すべき大きな問題点である。

コンピュータ・ネットワークの問題は、決して単なる技術問題ではない。これらの諸問題との関連は常に意識されていなければならない。しかし、これらの問題の本質的解決には、まだ多くの年月を要するものであろう。

であるが、オンラインで情報の処理を伴う交流が、ネットワークを通して行われるにおよんで、一挙に極めて現実的な課題となったのである。そして、ネットワークを構成するメンバー間で、従来もあったデータについては再編成が、また新たなデータの組織化が、現在行われつつあるのである。

ネットワークを構成する技術については、すでに第2章、第3章において種々の形で述べた。文字コードのレベル、ホストを通しての各種の端末の接続のレベル、言語のレベル、プロトコルのレベル等々、各レベルでの標準化、互換性、両立性の問題は、今まで以上に現実性をもつて来るであろう。特にわが国のコンピュータ技術が、米国のメーカーとの提携から出発したため、国内における標準化、互換性に対する技術感覚に鈍かったのが、今後急速に改善されるのではないと思われる。ソフトウェアについては、1つの面では従来の解析数学や統計を中心とした数値計算から、パターン認識、ファイル構造と探索などと共に、ネットワークのルーティング、資源のアロケーション等、幾何学的あるいはトポロジカルな面での計算機使用が前面に出て来ることになる。これは新しい計算技術を生み出す土台となるかもしれない。ネットワークの信頼性や機密保護などのネットワークの土台をなす技術も、次第に確立されるであろうし、また端末の周辺における人間のビヘイビアや心理学的問題についての研究も進むであろう。これらが、「ネットワーク」を目の前においた具体物として、その現実的必要性の下に、系統立てて、相互に関連をもつて研究され、開発されるということは、コンピュータ技術の発展において、重要なことである。

かつて、特に米国において、政府の支出による数多くの技術実験が行われた。アポロ計画はその最たるものであり、コンピュータの小型化、高性能化もその恩恵をうけている。その最も新しいものであり、或は今世紀最後のものとなるかもしれないものがARPANETであろう。これは、自然発生的ネットワーク形成の、観念上の実験であった。すなわち、軍の資金の下におかれた培養器の中でのコンピュータ・ネットワーク技術の発芽実験であった。これからは、実用ネットワークのための、実用技術が現実の試練の中で生まれるのであろうが、「ネットワーク」という紐帯により連携をもつことは、今後のコンピュータ技術において重要な意味をもつと考えられる。

最後に、人間の組織化は、現在の所はまだ顕在化していないようであるが、社会的に大きい影響を持つものである。その1つの例をあげよう。米国のChemical AbstractsとBiology AbstractsとEngineering Indexは、文献情報の提供サービスにおいて長い歴史をもつものであり、相立に独立にサービスポソシーをもと、相互にマーケットを持っており、観念的には協力の必要性を論じてはいても、現実の問題として真剣には考えて来なかった。それらが、従来の出版物の外に磁気テープによる機械可読形式によるデータの頒布を始め、それによる検索サービスがオンライン・ネットワークを通して行なわれるに到って、ユーザにとってそれぞれのデータベース間のデータの重複——すなわち同一論文が2つ以上のデータベースに収録されていること——が問題となりはじめて、すなわち、どのデータベースを呼び出すかについて迷いが生ずるのである。このため、この3種のデータ製造元は協力してこの重複の調査、分析を行ない、そのシェアについて実務ベースでの協議を開始したのである。

4.3 コンピュータ・ネットワーク成立のための諸要因と問題点

このような事例は、コンピュータ・ネットワークが社会の中に定着して行く過程で数限りなく、種々の形をとって現われるであろう。それを通して、構成メンバー間に、何らかの新しい組織化や、すでに存在するものの再編成が行われるのである。この組織化の現象面の多様さをよく観察すると、本質的問題点は次の2点ではないかと考えられる。

その1つは、コンピュータ・ネットワークという高度にインテリジェントなシステムが、人間の組織を如何に写すか?という問題である。ARPANETは、IMPを通してすべてのホストとTIPが、何らの階層構造をもたず、全く平等な資格と権利をもってネットワークを構成し得ることを技術的に証明した。しかし、まだいくつかのネットワークは、セントラル・コンピュータを中心とし、階層型にサテライトやIMPを配置する方式の実際的な有効性を主張している。これらは、人間社会では実験不可能な組織の構造やノードの性格の相違による組織の中でのコミュニケーション効率比較などの問題点の解明のためのモデルを提供するものである。そして、組織原理に対しコミュニケーション面からいくつかの示唆が与えられるであろう。

もう1つは情報の創造・利用・伝達の活動におけるネットワークの占める位置が重要になるにつれて、ネットワークの構成、維持、運営の問題が、これらの活動の中で実際問題として大きい課題となって来ることである。何らかのシステムが実用段階に入つたということは、少なくとも自由主義諸国においては、コマーシャル・ベースで成立するということと、殆ど同義である。コマーシャル・ベース、或いは採算ベースの基礎となるコストには、コンピュータ・ネットワークがその上に乗って成立する。データ・コミュニケーション・ネットワークの使用料、IMP、セントラル・コンピュータ、ターミナルの設置および維持、ソフトウェアの開発、その、ライブラリ構成・維持、データの収集・ファイル構成・維持などのコストが算入されなければならない。

しかし一方今までの社会の習慣の中では、知的生産の相当部分は公共的事業であるとみなされて来た。米国において、私学的研究開発費用の大部分が国家からの支出であった。それによる成果は政府機関を通して一般に公表されて来た。わが国においても、研究開発活動の大きい部分が、国公立の大学や研究機関によって行われている。このように知的生産活動の所産の相当部分が公共的財として共用されることを、当然のことと考えて来た。

この方向でのもう1つの問題は、わが国も含めて先進諸国を追いつつ社会システムを整備しようとする国々においては、パブリック・ユーティリティに対して、イニシャル・コストと初期のランニング・コストを国家ないし社会(援助国も含めて)が負担するのが当然とする考え方があることである。みかけ上、経済大国になったわが国において、この考え方は根柢よく残っている。しかし、このことは、先進国といわれる国々においても、パブリック・ユーティリティのあるものは、戦争という国家目的や、産業振興という経済目的などにより、行政的援助や保護の下に、急速な発展を遂げた歴史を持っている。また、パブリック・ユーティリティであるだけで、その料金体系や運営方針や運営方法に、行政的介入が避けられない。

また、コンピュータ・ネットワークの運営において社会が責任を負わねばならぬものとして、ブラ

コンピュータ・ネットワークと他のネットワークに比して持つ特異な点をあげるならば

- ① ターミナル・ノードと接続する人間の営みが、人間の持つ情報を処理する働きである。
- ② 通常のネットワークの働きの殆どが、1つのターミナル・ノードから他のターミナル・ノードへの流れを基本としているのに対し、コンピュータ・ネットワークの場合、1つのターミナル・ノードを通してシステムに問いかけると、ネットワークを通して答が、そのターミナル・ノードに返って来ることを基本としている。
- ③ 他のネットワークでは、ノードからノードに移る際に、量的変化、形態上の変化はうけても、本質的内容は変わることはないのに対し、コンピュータ・ネットワークにおいては、その内容が全く変えられる。

この中で②の性質は必ずしもコンピュータ・ネットワークの本質ではなく、出発点において偶々そのように用いられただけのことかもしれない。1つのターミナル・ノードから他のターミナル・ノードへのデータの伝送や、計算結果の通信のような利用法もあり、ARPANETでは実際に用いられている。いずれにしても、ここにおいて本質的なことは、一方のユーザが、自分の知っていることを他に伝送するのでなく、ネットワークに何らかの仕事をさせて、この結果を伝送させていることであり、一方のターミナルへの入力「問い」であり、他方のターミナルへの出力がそれに対する「答」とあるということには変りがないのである。

一人のユーザが、ターミナルを通して利用できるものは、それがハードウェアであれ、ソフトウェアであれ、データであれ、すべて人間の知的所産である。コンピュータ・ネットワークがパブリック・ユーティリティであるということは、一人のユーザにとってその社会の公共的な知的所産がその前にあるターミナルを通して利用可能であるということ、すなわち、ユーザはターミナルを通して、そのコミュニティの知的財をそのユーザの目的のために供給し加工する処理機構と面しているのである。

4.2 コンピュータ・ネットワークによる社会における組織化と再編成

社会の知的財の供給、処理の機構が機能しはじめると共に、3つの系列での組織化、再編成が起る。1つは、知的財としてのデータの組織化と再編成であり、もう1つは、ネットワークを支える技術の組織化と再編成、再生産であり、もう1つはそれを利用する人間側系列の組織化と再編成である。

知的財（ブレイクウェア）としてのデータは、コンピュータ・ネットワークのはるか以前から、その利用目的、利用手段に応じて組織化されて来た。コンピュータの登場と共に、情報の蓄積と探索の問題としてとりあげられ、更にファイルの概念として整理されてきた。ファイルは、対象の集合、属性の集合、属性値の集合、属性値を与える規則の集合によって定まる。同じデータを構成メンバーに共用するためには、これらの要素が標準化されねばならない。この方向で、学術的な数値データ、文献データについては、国際的な標準化がユネスコ、国際学術連合協議会（ICSU）などを舞台として、検討されつつある。経済データについても、OECDなどが努力している。これらの努力は、今までは学術的情報の交流という、一般的、言いかえれば理想主義的な名目の下に行われて来たもの

あ と き

コンピュータ・システム評価委員会に参加してみ、私は今さらのように無限への探求の通を歩む思いを深くした。

さて、与えられたのはコンピュータ・システムの評価という命題ではあったが、委員会はまず当面の目標を、現在ようやくその緒についたばかりではあるが、コンピュータの高度利用の一つの態様として今後重要な地位を占めるであろう社会装置としてのコンピュータ・ネットワークシステムに絞って調査をすゝめることにした。

この前提に立つて委員たちは、既存のネットワークについての文献および実態調査に当ると共に、それぞれの得意とする分野においての知識・経験を披歴し合うことから活動を開始した。そして、これらを手がかりとして討論を積み重ねていった。その成果は第2部および第3部に集録されている。

一年間の委員会の討論を基盤として書き下したのが本報告書である。序論は北川敏男委員長が自ら書かれ、第1章と第4章は中井浩氏、第2章と第3章は向井保氏、高浜忠彦氏に担当して頂いた。

コンピュータ利用はすぐれて技術的である。さらにネットワークにつながって利用されるためには壮大なアーキテクチャーを必要とする。ところがそこには流通するデータとか情報と呼ばれるものは、極めてエコロジカルなものである。

私たちはコンピュータ・ネットワーク・システムを単なる技術問題とは考えなかった。基礎理論にさかのぼって考えることを試みた。報告書にみられるように、北川委員長は「データ・エコロジー」という表現を、中井氏は「情報の創造」という言葉を利用されているが、こうした観念に立ち帰ることが、現実に利用価値の高いコンピュータ・システムの建設につながることを調査過程において気づいた。

コンピュータ・ネットワークという人工装置は、すでに実験システムあるいは商用システムとして利用され始めている。この既存システムの評価は第2章、第3章で行われた。

コンピュータ利用は、近い将来にネットワークに結ばれたユーティリティとして社会に組み込まれることになる。この場合水道や電力のユーティリティより、さらに強力なものであることは疑をなささない。それだけに魔女狩りに利用され、人間社会を住みづらくするものになりかねない。技術問題とは別の社会問題の生じることをあらかじめ考えておかねばならない。

ARPAなどにみられるように、コンピュータ・ネットワーク・システムは社会の中にすでに芽を出している。社会にとって実のり多いユーティリティに成長させるために私たちは理論的な、技術的な、また社会的な観点を含めて調査を始めたわけである。私たちの調査もまた芽を出したにすぎない。その成果を実のらせるために、次年度もさらに調査を続けたいものと考えている。

—— 禁 無 断 転 載 ——

昭和 5 0 年 3 月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発センター
東京都港区芝公園 3 - 5 - 8
機械振興会館内
TEL (434) 8211 (代表)

印刷所 株式会社 三 州 社
TEL (433) 1481

49-S003

